

# 《汽车机械式变速器总成技术条件及台架试验方法》 征求意见稿编制说明

## 一 工作简况

### 1 任务来源

本标准是依据工业和信息化部于2016年10月26日批准的工信厅科[2016]152号《工业和信息化部办公厅关于印发2016年第三批行业标准制修订计划的通知》而制定的，标准计划编号为2016-1452T-QC，项目名称为《汽车机械式变速器总成技术条件及台架试验方法》。主要起草单位：重庆青山工业有限责任公司，计划完成时间2018年。

### 2 背景和意义

2016年，我国汽车产销量双双超过2800万辆，连续八年成为世界第一汽车生产和消费大国。2016年我国汽车保有量已突破2亿辆。不言而喻，汽车行业已经成为我国国民经济发展的支柱性产业。

随着国内汽车工业的高速发展，汽车变速器的研发、生产企业也越来越多。然而，纵观国内标准化体系，关于汽车机械式变速器的相关标准规定却凤毛麟角。仅有的两项汽车行业标准QC/T 29063.1-2011《汽车机械式变速器总成技术条件 第1部分：微型》和QC/T 568.1-2011《汽车机械式变速器总成台架试验方法 第1部分：微型》规定的范围有限，仅对微型汽车用机械式变速器的技术条件和台架试验方法进行了规定。而变速器作为汽车产品的核心零部件，具有结构复杂、形式多样的特点，现有的微型汽车变速器标准对轻型、中型、重型汽车的变速器不具有指导意义。这就意味着，我国庞大的汽车市场中有大量的汽车机械式变速器没有国家或行业性的产品标准。

根据全国汽车标准化技术委员会发布的《汽车行业标准化体系》和综合标准化要求，系统策划汽车机械式变速器产品标准，将国内所有汽车机械式变速器的技术要求和台架试验方法整合形成一项汽车行业产品标准，从而填补我国汽车机械式变速器行业标准的空白。

### 3 主要参加单位和工作组成员

本标准由重庆青山工业有限责任公司、陕西法士特汽车传动集团有限责任公司、上海汽车变速器有限公司、重庆长安汽车股份有限公司、浙江万里扬股份有限公司、綦江齿轮传动有限公司、安徽星瑞齿轮传动有限公司、格特拉克（江西）传动系统有限公司、上汽通用五菱汽车股份有限公司、上海汽车集团股份有限公司商用车技术中心、重庆大学机械传动国家重点实验室、哈尔滨东安汽车发动机制造有限公司等单位共同起草。

## 4 主要工作过程

### 4.1 前期研究与计划

作为本标准的牵头单位，接到任务后，重庆青山工业有限责任公司成立了以总经理为组长的标准编制领导小组和编制工作组，邀请行业内主要汽车机械式变速器生产厂、整车厂以及科研院所作为成员单位参加行业标准的编制工作。对汽车机械式变速器相关的国内外相关标准、法规和大型企业的技术资料进行了收集。

### 4.2 工作组会议

#### 4.2.1 第一次工作组会议

为有序地作好标准的修订工作，重庆青山工业有限责任公司作为主持标准起草单位，于2017年3月23日、24日在重庆市湖上大酒店召开了行业标准《汽车机械式变速器总成技术条件及台架试验方法》第一次工作组会议。

来自陕西法士特汽车传动集团有限责任公司、上海汽车变速器有限公司、长安汽车股份有限公司、上汽通用五菱汽车股份有限公司、安徽星瑞齿轮传动有限公司、上海汽车集团股份有限公司商用车技术中心、格特拉克（江西）传动系统有限公司、綦江齿轮传动有限公司、浙江万里扬股份有限公司、重庆大学机械传动国家重点实验室、哈尔滨东安汽车发动机制造有限公司等单位的 14 名代表参加了会议，会议介绍了汽车机械式变速器总成行业标准的制定原则、整体方案和近期工作计划，初步形成了标准制定的统一意见，拟定了标准制定的计划。

会议由重庆青山工业有限责任公司吕兵同志主持。重庆青山工业有限责任公司管万龙、郝丽华、董其慧、胡敏、姚炼红、重庆长安汽车股份有限公司王旭岗、上汽通用五菱汽车股份有限公司谢嵩松、安徽星瑞齿轮传动有限公司时永、陕西法士特汽车传动集团有限责任公司韩芑芑、上海汽车变速器有限公司鲍卫祖、綦江齿轮传动有限公司赖玉坤、上海汽车集团股份有限公司杨天鸿、格特拉克（江西）传动系统有限公司陈恩松、浙江万里扬股份有限公司申文权、重庆大学机械传动国家重点实验室胡建军、哈尔滨东安汽车发动机制造有限公司袁小星等代表先后发言，从不同的角度陈述了对汽车机械式变速器标准制定工作的建议。

随后与会代表经过深入讨论和交流，就标准讨论稿的内容、结构、章、条框架以及编制说明等进行了讨论。

#### 4.2.2 第二次工作组会议

重庆青山工业有限责任公司根据第一次工作会要求正式起草了行业标准《汽车机械式变速器总成技术条件及台架试验方法》草案，并于 2017 年 07 月 11 日、12 日在重庆青山工业有限责任公司主持召开了第二次工作组会议。

重庆青山工业有限责任公司、陕西法士特汽车传动集团有限责任公司、上海汽车变速器有限公司等编制组成员单位的 10 余人代表参与了本次会议。

会议重点就汽车机械式变速器标准的技术指标、试验验证方法项目开展讨论。为使标准能够更加科学、合理、全面评价汽车机械式变速器功能、性能，对需要列入标准的技术指标进行了讨论并一致认为变速器疲劳寿命、变速器换挡寿命、变速器传动效率、变速器噪声、变速器换挡性能、变速器动态密封性能、变速器温升性能、变速器高速性能、变速器差速可靠性等技术指标作为评价汽车机械式变速器性能的基本指标应纳入标准。

#### 4.2.3 第三次工作组会议

重庆青山工业有限责任公司根据第二次工作会要求将行业标准《汽车机械式变速器总成技术条件及台架试验方法》草案进行了修订完善，并于 2017 年 10 月 12 日、13 日在重庆国宾馆酒店主持召开了第三次工作组会议。

重庆青山工业有限责任公司、陕西法士特汽车传动集团有限责任公司、上海汽车变速器有限公司、长安汽车股份有限公司、上汽通用五菱汽车股份有限公司、安徽星瑞齿轮传动有限公司、上海汽车集团股份有限公司商用车技术中心、格特拉克（江西）传动系统有限公司、綦江齿轮传动有限公司、浙江万里扬股份有限公司、哈尔滨东安汽车发动机制造有限公司等单位的 19 名代表和全国汽车标准化技术委员会刘地博士、全国汽车标准化技术委员会汽车变速器分技术委员会胡豪秘书长参加了本次会议。

会上就《汽车机械式变速器总成技术条件及台架试验方法》标准条文进行了逐条、逐段的讨论，获得修改意见 32 条。本次会议得到了全标委刘地博士和变速器分委会胡豪秘书长的大力支持，也获得许多宝贵的富有建设性的意见。

会后重庆青山工业有限责任公司编制工作组根据会议要求以及参与会议的各公司意见进行了整理、修改，并在重庆青山工业有限责任公司内经过多次评审，并反馈参与会议单位，最终形成了《汽车机械式变速器总成技术条件及台架试验方法》行业标准（征求意见稿）。

#### 4.3 试验验证情况

在本标准的编制过程中，根据之前的讨论与研究成果，认为需要对其中部分评价项目的合理性、可行性和有效性开展进一步的试验验证工作。并获得了预期试验效果。试验基本情况见表1。

表 1 试验验证情况表

序号	试验项目	变速器类型	试验单位
1	变速器疲劳寿命试验	M <sub>1</sub> 类	重庆青山工业有限责任公司 陕西法士特汽车传动集团有限责任公司 上海汽车变速器有限公司 安徽星瑞齿轮传动有限公司 格特拉克（江西）传动系统有限公司 綦江齿轮传动有限公司 浙江万里扬股份有限公司 哈尔滨东安汽车发动机制造有限公司
		M <sub>2</sub> 类、M <sub>3</sub> 类、N类	
2	变速器换挡寿命试验	M <sub>1</sub> 类	
		M <sub>2</sub> 类、M <sub>3</sub> 类、N类	
3	变速器传动效率试验	M <sub>1</sub> 类	
		M <sub>2</sub> 类、M <sub>3</sub> 类、N类	
4	变速器噪声试验	M <sub>1</sub> 类	
		M <sub>2</sub> 类、M <sub>3</sub> 类、N类	
5	变速器换挡性能试验	M <sub>1</sub> 类	
		M <sub>2</sub> 类、M <sub>3</sub> 类、N类	
6	变速器动态密封试验	M <sub>1</sub> 类	
		M <sub>2</sub> 类、M <sub>3</sub> 类、N类	
7	变速器温升试验	M <sub>1</sub> 类	
		M <sub>2</sub> 类、M <sub>3</sub> 类、N类	
8	变速器高速试验	M <sub>1</sub> 类	
9	差速可靠性试验	M <sub>1</sub> 类	

通过对相关技术文件的分析研究以及对验证试验的结果分析可以看出，在我国目前的试验条件下，完全能够对工作组会议提出的技术指标进行测试。具体试验验证内容详见第三部分。

## 二 标准编制原则和主要内容

### 1 本标准在修订时主要遵循的原则

严格按 GB/T 1.1-2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》要求，贯彻目的性、性能和可证实原则进行标准草案的起草编制。编制过程中主要遵循了以下原则：

a) 目标明确。本标准在“范围”一章中明确指出：本标准规定了汽车机械式变速器总成的技术要求、试验方法。适用于M类、N类汽车机械式变速器总成。因此，本标准在制定过程中：

- 1) 重点突出：规定了详细的、完整的汽车机械式变速器总成技术要求、试验方法；
- 2) 条文清晰准确：标准条文简洁、无歧义；
- 3) 方法先进：充分结合当前汽车机械式变速器的国际、国内行业发展水平和整车要求，按国内领先、国际一般水平的原则组织制定；
- 4) 易于理解：为便于理解，本标准确定了四个术语，并进行了定义。

b) 统一性原则。本标准涉及的术语确保了全文一致，标准的结构及其章、条的编号相

同。相同的条款使用了相同的措辞表述，完全符合 GB/T 1.1-2009 的要求。

c) 协调性原则。本标准在起草过程中，充分考虑了与上级国家标准、行业标准的协调，量、单位及其符号按 GB/T 3100-1993 规定执行。

d) 适用性原则。本标准规定的试验方法简单，实施方便。标准条文易于其它标准引用。

## 2 主要内容

本标准主要技术内容是全面总结了重庆青山工业有限责任公司、陕西法士特汽车传动集团公司、上海汽车变速器有限公司等公司几十年的机械式变速器开发、生产实践经验，借鉴了其它兄弟企业的先进技术，吸收了国际先进的汽车机械式变速器试验方法的基础上制定出来的。

### 2.1 标准名称

为了使标准名称简练、明确，并且与其他汽车行业标准相协调，根据标准起草工作组的一致意见，本标准的名称确定为《汽车机械式变速器总成技术条件及台架试验方法》。

### 2.2 适用范围

本标准规定了汽车机械式变速器总成的技术要求和试验方法。本标准适用于M类、N类汽车机械式变速器总成。

### 2.3 术语和定义

为防止理解本标准条文时产生歧义，本标准规定了四个术语：异响、同步冲量、二次冲击力、副变速器，并对每个术语进行了定义，便于理解使用。

### 2.4 主要技术要求及指标

为保证汽车机械式变速器的功能性、可靠性，重点确定了变速器总成清洁度指标、变速器疲劳寿命指标、变速器换挡寿命指标、变速器高速指标、变速器差速可靠性指标。

为保证汽车机械式变速器的舒适性，重点确定了变速器传动效率指标、变速器噪声指标、变速器换挡性能指标、变速器动态密封性指标、变速器温升性能指标。

为保证汽车机械式变速器的法规符合性，重点确定了变速器总成使用的原材料应符合 GB/T 30512 的规定，即铅、汞、镉、六价铬、多溴联苯和多溴联苯醚的含量不能超标。

## 三 主要试验（或验证）情况分析

### 1 变速器疲劳寿命试验

#### 1.1 试验目的

本试验主要考核变速器总成的疲劳寿命，确保变速器的齿轮、轴承、其它所有旋转部分，以及壳体等关键部件不会在变速器生命周期内发生失效。本试验在疲劳寿命试验台上进行。

#### 1.2 变速器试验验证情况

##### 1.2.1 试验项目基本情况

试验项目基本情况见表 2。

表 2 试验项目基本情况

变速器类型	试验名称	试验时间	试验单位	样机数量台	实际数量台
M <sub>1</sub> 类	五挡变速器疲劳寿命试验	2017.08.10~ 2017.08.30	重庆青山工业有限责任公司	3	2
	五挡变速器疲劳寿命试验	2017.08.11~ 2017.08.26	上海汽车变速器有限公司		
	M6F2-97S0119号变速器耐久试验	2017.05.29~ 2017.07.05	哈尔滨东安汽车发动机制造有限公司		
M <sub>2</sub> 类、 M <sub>3</sub> 类和 N类	12(2400N·m、N类)变速器齿轮疲劳寿命	2017.06.30~ 2017.09.13	陕西法士特汽车传动集团有限责任公司		
	五挡变速器齿轮疲劳试验	2017.01.16~ 2017.02.26	浙江万里扬股份有限公司		
	六挡变速器总成疲劳试验	2016.03.31~ 2016.04.25	安徽星瑞齿轮传动有限公司		

### 1.2.2 试验环境条件

环境温度：(15~30)℃。

### 1.2.3 试验设备条件

#### 1.2.3.1 示意图

M<sub>1</sub>类变速器疲劳寿命试验台示意图见图1，M<sub>2</sub>类、M<sub>3</sub>类和N类变速器疲劳寿命试验台示意图见图2。

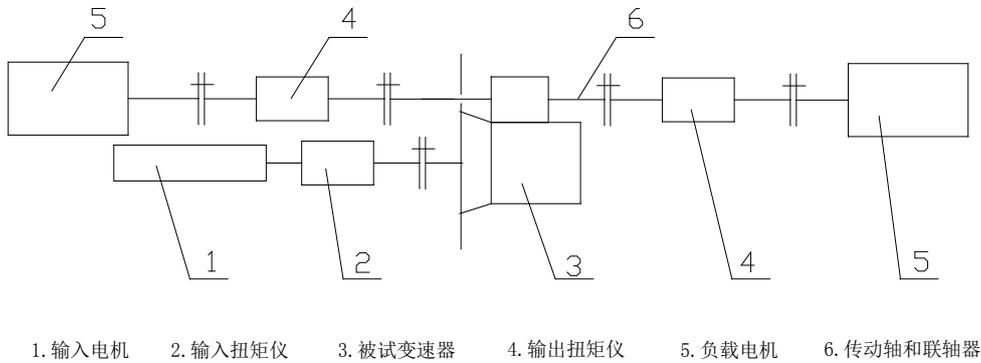


图 1 M<sub>1</sub>类变速器疲劳寿命试验台结构示意图

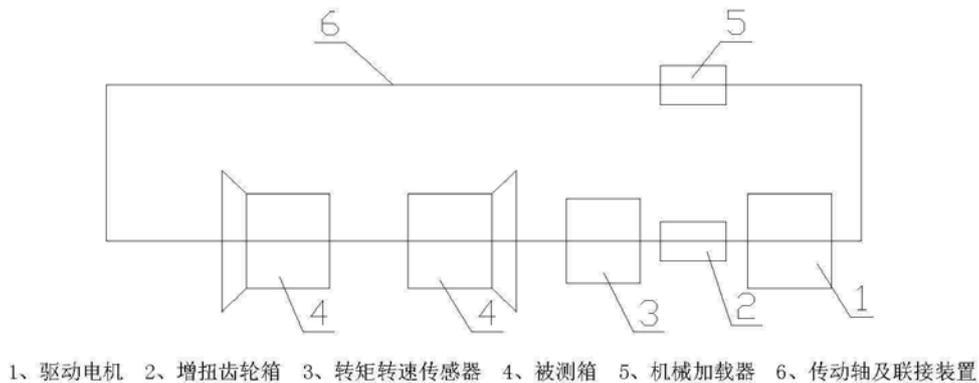


图 2 M<sub>2</sub>类、M<sub>3</sub>类和N类变速器疲劳寿命试验台结构示意图

### 1.2.3.2 试验设备及参数

1.2.3.2.1 重庆青山工业有限责任公司M<sub>1</sub>类变速器疲劳寿命试验台见图 3a，设备参数表见表 3a。

1.2.3.2.2 上海汽车变速器有限公司M<sub>1</sub>类变速器疲劳寿命试验台见图 3b，设备参数表见表 3b。

1.2.3.2.3 哈尔滨东安汽车发动机制造有限公司M<sub>1</sub>类变速器疲劳寿命试验台见图 3c，设备参数表见表 3c。

1.2.3.2.4 陕西法士特汽车传动集团有限责任公司M<sub>2</sub>类、M<sub>3</sub>类和N类变速器疲劳寿命试验台见图 4a，设备参数表见表 4a。

1.2.3.2.5 浙江万里扬股份有限公司M<sub>2</sub>类、M<sub>3</sub>类和N类变速器疲劳寿命试验台见图 4b，设备参数表见表 4b。

1.2.3.2.6 安徽星瑞齿轮传动有限公司M<sub>2</sub>类、M<sub>3</sub>类和N类变速器疲劳寿命试验台见图 4c，设备参数表见表 4c。

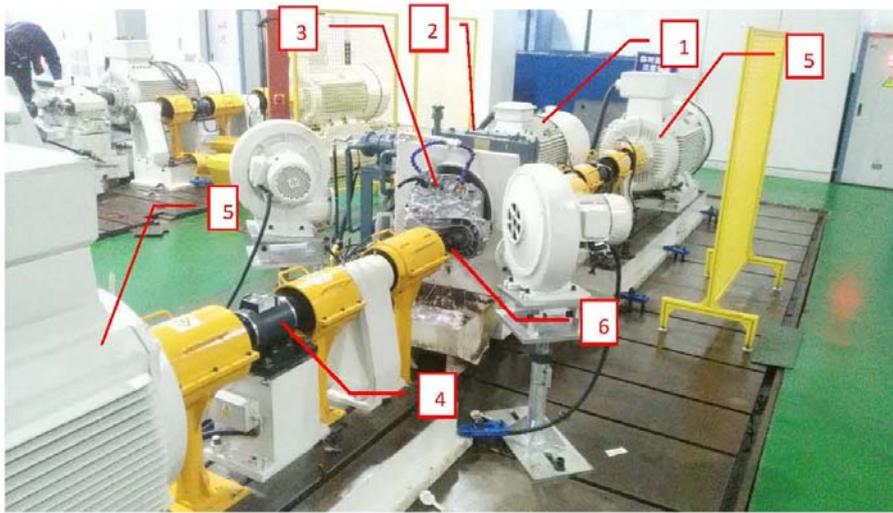


图 3a M<sub>1</sub>类变速器疲劳寿命试验台

表 3a 设备参数

序号	名称	设备规格	测量参数	测量精度	数量
1	驱动电机	转速：(0~6000) r/min 扭矩：(0~300) N·m	——	转速：±1r/min	1
2	输入扭矩传感器	——	扭矩	±0.05%FS	1
3	被试变速器	五挡变速器	——	——	1
4	输出扭矩传感器	——	扭矩	±0.2%FS	2
5	负载电机	转速：(0~3000) r/min 扭矩：(0~2500) N·m	——	转速：±1r/min	1
6	传动轴和联轴器	——	——	——	2



图 3b M<sub>1</sub>类变速器疲劳寿命试验台

表 3b 设备参数

序号	名称	设备规格	测量参数	测量精度	数量
1	驱动装置	转速: (0~6000) r/min 扭矩: (0~300) N·m	---	---	1
2	扭矩传感器	500N·m	扭矩	0.2%FS	1
3	扭矩传感器	3000N·m	扭矩	0.2%FS	2
4	转速传感器	±8000r/min	转速	±2r/min	1
5	转速传感器	±3000r/min	转速	±2r/min	2
6	温度传感器	(0~200) °C	温度	±0.5°C	1



图 3c M<sub>1</sub>类变速器疲劳寿命试验台

表 3c 设备参数

序号	名称	设备规格	测量参数	测量精度	数量
1	驱动测功机	转速：(0~11000)r/min 扭矩：(0~400) N·m	转速\扭矩	±1r/min 0.1%FS	1
2	吸收测功机	转速：3000r/min 扭矩：3200N·m	转速\扭矩	±1r/min 0.1%FS	2
3	油温控制系统	(60~150) °C	温度	±3°C	1
4	选换挡控制系统	12 个控制位置	---		1



图 4a M<sub>2</sub>类、M<sub>3</sub>类和N类变速器疲劳寿命试验台

表 4a 设备参数

序号	名称	设备规格	测量参数	测量精度	数量
1	驱动装置	转速：(0~3000) r/min	---	转速：±1r/min	1
2	传动轴	---	---	---	4
3	扭矩传感器	5000 (1) /10000 (7) N·m	扭矩	±0.35%	2
4	变速器安装支架	---	---	---	1
5	被试变速器	12 挡变速器	---	---	1
6	温度传感器	PT100 (0~200) °C	油温	±0.5°C	1
7	加载装置	转速：(0~3000) r/min	---	转速：±1r/min	1



图 4b M<sub>2</sub>类、M<sub>3</sub>类和N类变速器疲劳寿命试验台

表 4b 设备参数

序号	名称	设备规格	测量参数	测量精度	数量
1	驱动电机	转速：(0~9000) r/min 扭矩：(0~400) N·m	---	---	1
2	齿轮箱	速比 1.2056			
3	扭矩转速传感器	(0~3000) r/min	扭矩 转速	0.2%FS ±1r/min	2
4	温度传感器		温度	±0.5℃	



图 4c M<sub>2</sub>类、M<sub>3</sub>类和N类变速器疲劳寿命试验台

表 4c 设备参数

序号	名称	设备规格	测量参数	测量精度	数量
1	输入电机	转速：(0~6000) r/min 扭矩：(0~800) N·m	---	---	1
2	输入扭矩仪	(100~800) N·m	扭矩	0.2%FS	1
3	变速器总成	ML642A	---	---	1
4	联轴器/传动轴	---	---	---	1
5	输出扭矩仪	(100~5000) N·m	扭矩	0.2%FS	1
6	减速箱	---	---	---	1
7	负载电机	转速：(0~6000) r/min 扭矩：(0~800) N·m	---	---	1
8	温度传感器	(0~200) °C	温度	±0.5°C	1

### 1.3 试验步骤

#### 1.3.1 重庆青山工业有限责任公司M<sub>1</sub>类变速器试验步骤

1.3.1.1 经检查，待试样机五挡变速器符合检测要求。

1.3.1.2 经检查，试验设备符合要求。

1.3.1.3 按规定加注润滑油，GL-4 75W-90，2.0L。

1.3.1.4 磨合时试验油温≤80°C。

1.3.1.5 磨合试验按表 5 条件试验。

表 5 磨合试验条件

挡位	转速 r/min	扭矩 N·m	时间 h
1	4000	64	1
2	4000	80	1
3	4000	80	1
4	4000	80	1
5	4000	80	1
R	2000	56	0.5

1.3.1.6 磨合后更换润滑油。

1.3.1.7 试验从低速挡开始向高速挡、倒挡的各挡位顺序进行，试验油温为(80±5)°C，整个试验可分为 10 个循环进行，正式试验按表 6 条件进行。

表 6 正式试验条件

挡位	转速 r/min	扭矩 N·m	总时间 h	每循环试验 min
1	4000	128	2.5	15
2	4000	160	11.3	68
3	4000	160	46.4	279
4	4000	160	72.5	435
5	4000	160	90.6	544
R	4000	112	1.8	11

### 1.3.2 上海汽车变速器有限公司M<sub>1</sub>类变速器试验步骤

- 1.3.2.1 经检查，待试样机符合标准要求。
- 1.3.2.2 经检查，试验设备符合要求。
- 1.3.2.3 待试样机在台架上按整车水平位置要求安装。
- 1.3.2.4 按规定加注润滑油，GL-4 75W-90，2.0L。
- 1.3.2.5 磨合试验按表 7 条件试验。

表 7 变速器磨合试验工况参数

车型	挡位	输入转速 r/min	输入扭矩 N·m	磨合时间 h
M <sub>1</sub> 类	前进挡	发动机最大扭矩点转速	发动机最大扭矩的 50%	各挡位不少于 1h
	倒挡	发动机最大扭矩点转速 50%	发动机最大扭矩的 25%	不少于 0.5h

- 1.3.2.6 油温升到 (80±5) °C 时，挂上试验挡位，按表 8 条件进行正式试验。

表 8 变速器正式试验工况参数

阶段	挡位	输入转速 r/min	输入扭矩 N·m	单次循环时间 min	循环数
A	1	4000	147	17.4	10
	2	4000	147	90	10
	3	4000	147	250.2	10
	4	4000	147	349.8	10
	5	4000	147	540	10
B	R	1500	110.3	6	10
	4	3000	36.75	18	10

注：试验分A、B阶段完成，各阶段分10个循环完成，即：A阶段完成10个循环后，完成B阶段10个循环。

### 1.3.3 哈尔滨东安汽车发动机制造有限公司M<sub>1</sub>类变速器试验步骤

1.3.3.1 试验前需对变速器按表9进行磨合。

表9 变速器疲劳寿命试验磨合参数表

挡位	扭矩 N·m	转速 r/min	运转时间 h
1	94	3600	1
2	94	3600	1
3	94	3600	1
4	94	3600	1
5	94	3600	1
6	94	3600	1
R	94	3600	0.5

注1：在变速器轴不动时进行换挡；  
 注2：油温不能超过试验载荷谱规定的温度值；  
 注3：磨合后更换润滑油，换油后保持变速器中油量与设计要求一致。

1.3.3.2 对于试验所用载荷谱，按照表10~表13进行执行。

1.3.3.3 发动机最大扭矩为M。

表10 变速器疲劳寿命试验载荷谱

运转点	转速 r/min	扭矩 N·m	1挡 h	2挡 h	3挡 h	4挡 h	5挡 h	6挡 h	倒挡 h
A	3500	M	0.68	4.4	15.8	12.5	12	13.1	×
B	4000	0.9M	0.85	3.9	8.2	7.8	10	18.2	×
C	4800	0.8M	5.4	7.8	6.9	11.7	38.8	×	×
D	4400	0.8M	×	×	×	×	×	88.2	×
E	2000	0.5M	×	×	×	×	×	×	1.5

表11 运转条件

运转点	输入轴		1挡 km	2挡 km	3挡 km	4挡 km	5挡 km	6挡 km	倒挡 h
	转速 r/min	扭矩 N·m							
A	3500	185	20	250	1350	1400	1700	2200	—
B	4000	166	30	250	800	1000	1600	3500	—
C	4800	148	230	600	800	1800	7500	—	—
D	4400	148	—	—	—	—	—	15000	—
E	2000	92	—	—	—	—	—	—	1.5

注：本次试验输入轴扭矩按照最高185N·m进行控制。

表 12 运转模式及时间

单位为分钟

运转顺序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	周期运转时间	循环数	各项合计时间	
挡位	N	1	2	3	2	3	4	5	6				
时间	A	5	1.17	4.03	14.4	4.03	14.4	22.72	21.95	23.87	111.57	33	3681.81
	B	5	1.45	6.64	14.08	—	—	13.39	17.04	35.81	93.42	35	3269.6
	C	5	4.50	6.46	5.71	—	—	9.76	36.98	—	68.41	72	4925.6
	D	—	—	—	—	—	—	—	—	73.55	73.55	72	5295.3
	E	3	15 (R 挡)								18	6	108
总计												17280.31	

表 13 试验件主要参数

变速器型号	M6F2-97			变速挡数			6	
变速器编号	S0119							
变速比	1 挡	2 挡	3 挡	4 挡	5 挡	6 挡	倒挡	主减速比
	3.727	2.048	1.357	1.032	0.821	0.690	3.818	3.824

1.3.4 陕西法士特汽车传动集团有限责任公司M<sub>2</sub>类、M<sub>3</sub>类和N类变速器试验步骤

- 1.3.4.1 经检查，待试样机 12 挡变速器符合检测要求。
- 1.3.4.2 经检查，试验设备符合要求。
- 1.3.4.3 润滑油：型号 GL-5 85W-90，注油量按设计要求加注至油面观察孔下沿。
- 1.3.4.4 试验油温为 (80±5) °C。
- 1.3.4.5 试验从低速挡开始向高速挡、倒挡的各挡位顺序进行，整个试验可分为 10 个循环进行。
- 1.3.4.6 磨合试验按表 14 条件试验。

表 14 磨合试验件条件

磨合挡位	磨合转速 r/min	磨合扭矩 N·m	磨合时间 min
5	1450±10	1200	60
7			
8			
9			
10			
R(倒挡)		600	30

1.3.4.7 正式试验按表 15 条件试验。

表 15 正式试验件条件

挡位	试验转速 r/min	试验扭矩 N·m	每循环试验时间 min	总循环次数 万次		
3	2100±10	2400	28	6		
4			44	12		
5			72	25		
6			131	57		
7			189	100		
8			221	150		
9			283	250		
10			358	400		
11			694	1000		
1			1200		60	60
2					120	120
R	120	120				

注：直接挡不作试验。

### 1.3.5 浙江万里扬股份有限公司M<sub>2</sub>类、M<sub>3</sub>类和N类变速器试验步骤

- 1.3.5.1 经检查，待试样机符合标准要求。
- 1.3.5.2 经检查，试验设备符合要求。
- 1.3.5.3 待试样机在台架上按整车水平位置要求安装。
- 1.3.5.4 按规定加注润滑油，GL-4 85W-90，3.1L。
- 1.3.5.5 磨合试验按表 16 条件试验。

表 16 磨合试验条件

车型	输入扭矩 N·m	输入转速 r/min	磨合时间 h	磨合油温 ℃
五挡变速箱	一档：160 其它前进挡：200 倒挡：140	1450	前进挡：1.0 倒挡：0.5	<75

1.3.5.6 更换润滑油，按规定加注润滑油，油温升到(80±5)℃，试验从低速挡开始向高速挡、倒挡的各挡位顺序进行。整个试验分为10个循环进行。按表 17 进行试验。

表 17 变速器疲劳寿命试验指标

变速器类型	输入转速 r/min	输入扭矩 N·m	寿命指标—输出轴循环次数 (×10 <sup>5</sup> ) 次					
			1 挡	2 挡	3 挡	4 挡	5 挡	倒挡
五挡变速器	2000±10	400	4.0	15	61	120	-	2h

1.3.6 安徽星瑞齿轮传动有限公司M<sub>2</sub>类、M<sub>3</sub>类和N类变速器试验步骤

- 1.3.6.1 经检查，待试样机 ML642A 变速器符合标准要求。
- 1.3.6.2 经检查，试验设备符合要求。
- 1.3.6.3 待试样机在台架上按整车水平位置要求安装。
- 1.3.6.4 按规定加注润滑油，GL-4 75W-90，3.5L。
- 1.3.6.5 磨合试验按表 18 条件试验。

表 18 磨合试验条件

挡位	输入转速 r/min	输入扭矩 N·m	磨合时间 min
1	2000	210	120
2	2000	210	120
3	2000	210	120
4	2000	210	120
5	2000	210	120
6	2000	210	120
R	2000	210	120

- 1.3.6.6 挂上试验挡位，按表19的试验要求进行变速器总成的疲劳寿命试验，变速器油温保持 (70~80) °C。

表 19 正式试验件条件

挡位	输入转速 r/min	输入扭矩 N·m	单次输出循环次数 1×10 <sup>4</sup>	循环次数 次	备注 (各挡按时间)
1	2000	419	0.36	10	0.39%
2	2000	419	2.34	10	1.36%
3	2000	419	72.18	10	24.56%
4	2000	419	115.56	10	27.41%
5	2000	419	333.60	10	46.27%
6	2000	419	0.26	10	0.26%

#### 1.4 试验结果处理

##### 1.4.1 重庆青山工业有限责任公司M<sub>1</sub>类变速器试验结果处理

2台试验变速器试验期间无异响、漏油等故障，试验完成后拆检，齿面正常无点蚀，轴承旋转正常无卡滞，其他零部件及配件均正常，本次试验合格。拆检后其中一台如图5a。



图5a 拆检后照片

##### 1.4.2 上海汽车变速器有限公司M<sub>1</sub>类变速器试验结果处理

经上述试验后，被试样件在试验期间无异响、漏油等，能顺利换挡。经拆检后发现，主要零部件无损坏、无点蚀和剥落等。本次试验合格。典型照片如图5b。



图5b 拆检后照片

##### 1.4.3 哈尔滨东安汽车发动机制造有限公司M<sub>1</sub>类变速器试验结果处理

变速器各挡齿轮及主减齿轮未发生破坏，关键零部件考核已通过耐久试验。拆检后照片如图5c。



图 5c 拆检后照片

#### 1.4.4 陕西法士特汽车传动集团有限责任公司M<sub>2</sub>类、M<sub>3</sub>类和N类变速器试验结果处理

2 台试验变速器试验完成后拆检，齿面正常无点蚀，轴承旋转正常无卡滞，其他零部件及附件均正常，本次试验合格。拆检后其中一台齿轮状态如图 5d 所示。



图 5d 拆检后照片

#### 1.4.5 浙江万里扬股份有限公司 M<sub>2</sub>类、M<sub>3</sub>类和N类变速器试验结果处理

1.4.5.1 试验数据如表20。

表 20 试验数据

变速器类型	寿命指标—输出轴循环次数 ( $\times 10^5$ )					
	1 挡	2 挡	3 挡	4 挡	5 挡	倒挡
五挡变速器 (样箱 1、样箱 2)	4.0	15	61	120	-	2h

1.4.5.2 试验后拆检后照片如图5e, 试验样箱结果满足《汽车机械式变速器总成技术条件及台架试验方法》标准内4.4的要求, 判定试验合格。



图 5e 拆检后照片

#### 1.4.6 安徽星瑞齿轮传动有限公司 M<sub>2</sub>类、M<sub>3</sub>类和N类变速器试验结果处理

1.4.6.1 本次试验共进行 2 台试验, 2 台均顺利完成规定的试验要求, 未出现试验过程失效。试验总成经拆解分析, 各零部件完好。

1.4.6.2 试验达到规定的试验循环次数, 主要零部件未出现损坏, 未出现齿轮断齿、点蚀及剥落等。本次试验合格。

### 1.5 试验总结分析

#### 1.5.1 M<sub>1</sub>类变速器试验总结分析

本试验按标准内 5.5 条规定的方法完成试验, 其结果符合 4.4 中对M<sub>1</sub>类变速器的要求, 由此可证实标准 4.4 中对M<sub>1</sub>类变速器疲劳寿命指标适用。

#### 1.5.2 M<sub>2</sub>类、M<sub>3</sub>类和N类变速器试验总结分析

本试验按标准中 5.5 条规定的方法完成试验, 其结果符合 4.4 中对M<sub>2</sub>类、M<sub>3</sub>类和N类变速器的要求, 由此可证实标准 4.4 中对M<sub>2</sub>类、M<sub>3</sub>类和N类变速器疲劳寿命指标适用。

## 2 变速器换挡寿命试验

### 2.1 试验目的

本试验主要测试变速器中各同步器总成的换挡寿命是否满足要求,本试验在同步器试验台中进行。

### 2.2 变速器试验验证情况

#### 2.2.1 试验项目基本情况

试验项目基本情况见表 21。

表 21 试验项目基本情况

变速器类型	试验名称	试验时间	试验单位	样机数量台	实际数量台
M <sub>1</sub> 类	五挡变速器换挡寿命	2017.07.10~ 2017.08.30	重庆青山工业有限责任公司	3	2
	六挡变速器同步器寿命试验(含倒挡)	2017.05.15~ 2017.07.03	上海汽车变速器有限公司		
	6MF25 变速器同步器耐久试验	2017.08.05~ 2017.09.14	芜湖万里扬变速器有限公司	2	2
M <sub>2</sub> 类、 M <sub>3</sub> 类和 N类	六挡变速器换挡寿命试验	2017.05.08~ 2017.06.20	綦江齿轮传动有限公司	3	2
	6挡变速器(M <sub>3</sub> 类)同步器换挡寿命试验	2017.02.24~ 2017.06.07	陕西法士特汽车传动集团有限责任公司		

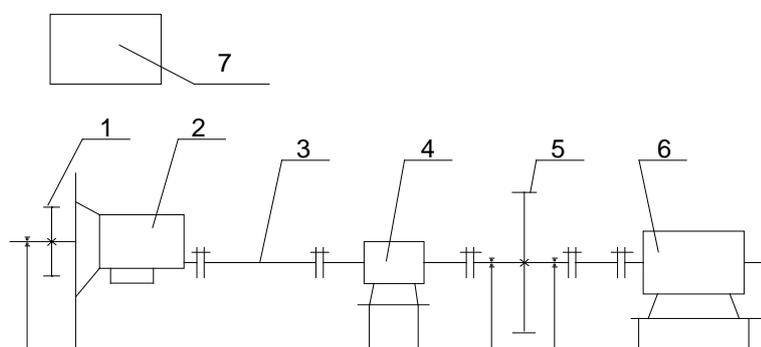
#### 2.2.2 试验环境条件

环境温度:(15~30)℃。

#### 2.2.3 试验设备条件

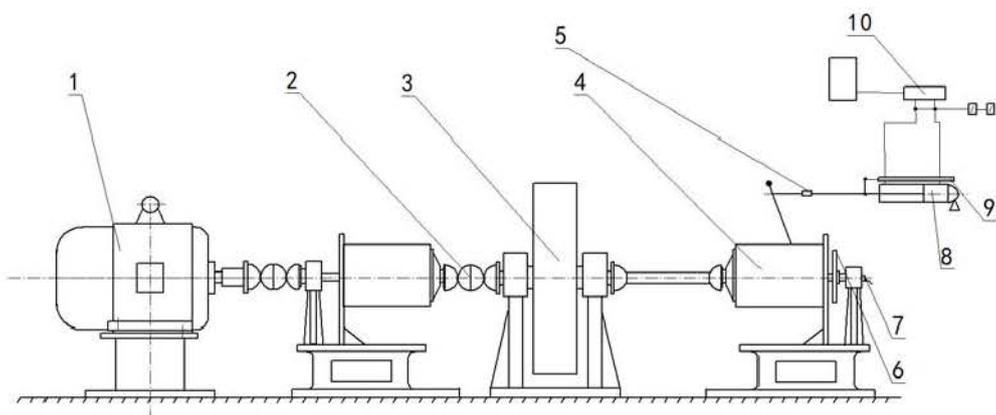
##### 2.2.3.1 示意图

M<sub>1</sub>类变速器换挡寿命试验台示意图见图 6, M<sub>2</sub>类、M<sub>3</sub>类和N类变速器换挡寿命试验台示意图见图 7。



1. 同步器负载 2. 被试同步器安装的变速器 3. 传动轴 4. 扭矩仪 5. 飞轮 6. 电机 7. 换挡机构

图 6 M<sub>1</sub>类变速器换挡寿命试验台结构示意图



1、驱动电机 2、联轴器及传动轴 3、惯量飞轮 4、试验箱 5、拉压力传感器  
6、从动片 7、转速传感器 8、选/换挡执行器 9、位移传感器 10、控制系统

图 7 M<sub>2</sub>类、M<sub>3</sub>类和N类变速器换挡寿命试验台结构示意图

### 2.2.3.2 现场照片

2.2.3.2.1 重庆青山工业有限责任公司M<sub>1</sub>类变速器换挡寿命试验台见图 8a，设备参数表见表 22a。

2.2.3.2.2 上海汽车变速器有限公司M<sub>1</sub>类变速器换挡寿命试验台见图 8b，设备参数表见表 22b。

2.2.3.2.3 芜湖万里扬变速器有限公司M<sub>1</sub>类变速器换挡寿命试验台见图 8c，设备参数表见表 22c。

2.2.3.2.4 綦江齿轮传动有限公司M<sub>2</sub>类、M<sub>3</sub>类和N类变速器换挡寿命试验台见图 9a。

2.2.3.2.5 陕西法士特汽车传动集团有限责任公司M<sub>2</sub>类、M<sub>3</sub>类和N类变速器换挡寿命试验台见图 9b，设备参数表见表 23。

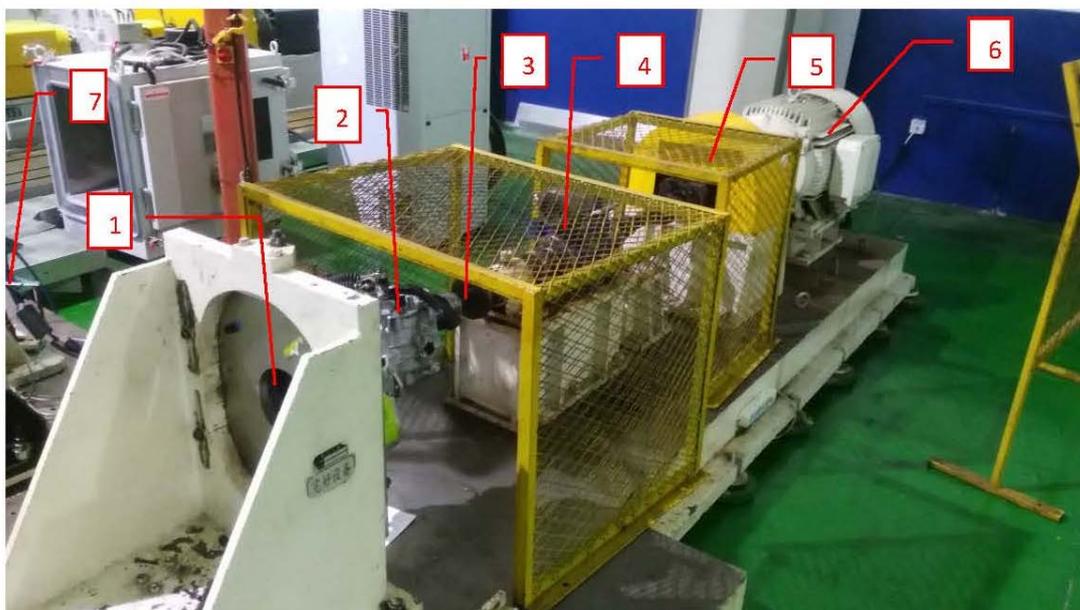


图 8a M<sub>1</sub>类变速器换挡寿命试验台

表 22a 设备参数

序号	名称	设备规格	测量参数	测量精度	数量
1	同步器负载	被试变速器离合器从动盘	---	---	1
2	被试同步器安装的变速器	五挡变速器	---	---	1
3	传动轴	---	---	---	1
4	扭矩仪	---	扭矩	$\pm 0.2\%FS$	1
5	飞轮	---	---	---	1
6	电机	转速：(0~3000) r/min	---	转速： $\pm 1r/min$	1
7	换挡机构	---	---	---	1



图 8b M<sub>1</sub>类变速器换挡寿命试验台

表 22b 设备参数

序号	名称	设备规格	测量参数	测量精度	数量
1	驱动装置	转速：(0~6000) r/min 扭矩：(0~48.3) N·m	---	---	1
2	扭矩传感器	(0~200) N·m	扭矩	0.1%FS	1
3	转速传感器	(0~6000) r/min	转速	$\pm 1r/min$	1
4	温度传感器	(0~150) °C	温度	$\pm 1^{\circ}C$	1
5	力传感器	(0~200) N	力	0.1%FS	1
6	位移传感器	(0~150) mm	位移	$\pm 1mm$	1



图 8c M<sub>1</sub>类变速器换挡寿命试验台

表 22c 设备参数

电机功率 kW	最大输出驱动转速 r/min	转速测量精度 r/min	扭矩测量范围 N·m	扭矩测量精度
37	2000	±3	0~200	0.5%FS

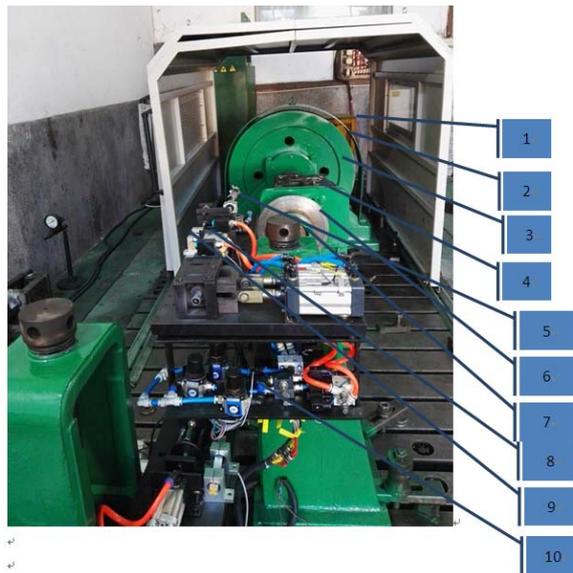


图 9a M<sub>2</sub>类、M<sub>3</sub>类和N类变速器换挡寿命试验台



图 9b M<sub>2</sub>类、M<sub>3</sub>类和N类变速器换挡寿命试验台

表 23 设备参数

序号	名称	设备规格	测量参数	测量精度	数量
1	离合器从动盘	0.124kgm <sup>2</sup>	---	---	1
2	变速器安装支架	---	---	---	1
3	被试变速器	6挡变速器	---	---	1
4	选、换挡执行机构	---	---	---	1
5	力传感器	1000N	换挡力	±0.1%	1
6	温度传感器	PT100 (0~200℃)	油温	±0.5℃	1
7	扭矩传感器	±3000N·m	扭矩	±0.1%	1
8	传动轴	---	---	---	2
9	驱动装置	(0~4000) r/min	---	±1r/min	1

## 2.3 试验步骤

### 2.3.1 重庆青山工业有限责任公司M<sub>1</sub>类变速器试验步骤

- 2.3.1.1 经检查，待试样机五挡变速器符合检测要求。
- 2.3.1.2 经检查，试验设备符合要求。
- 2.3.1.3 按规定加注润滑油，GL-4 75W-90，2.0L。
- 2.3.1.4 磨合时试验油温≤80℃。
- 2.3.1.5 换挡频率：(8~12)次循环。
- 2.3.1.6 磨合试验按表 24 条件进行。

表 24 磨合试验条件

磨合挡位	磨合输出端输入转速 r/min	磨合油温 ℃	换挡循环次数 循环
1→2→1	265	≤80	100
2→3→2	483		
3→4→3	675		
4→5→4	959		
N-R-N	69		

2.3.1.7 磨合后更换润滑油。

2.3.1.8 正式试验按表 25 条件进行。

表 25 正式试验条件

挡位	输出端输入转速 r/min	试验油温 ℃	换挡循环次数 ×10 <sup>5</sup> 循环
1→2→1	265	60~90	0.5
2→3→2	483		1
3→4→3	675		1
4→5→4	959		1
N→R→N	69		0.15

2.3.2 上海汽车变速器有限公司M<sub>1</sub>类变速器试验步骤

2.3.2.1 经检查，待试样机符合标准要求。

2.3.2.2 经检查，试验设备符合要求。

2.3.2.3 按规定加注润滑油，GL-4 75W-80，1.8L。

2.3.2.4 磨合试验按表 26 进行，油温≤80℃，磨合后换油。

表 26 磨合试验条件

挡位	变速器的输出轴输入转速（低挡位） r/min	换挡循环次数 循环
1→2→1	1214	100
2→3→2	2168	100
3→4→3	3305	100
4→5→4	4395	100
5→6→5	5300	100
N→R→N	230	100

2.3.2.5 正式试验按表 27 执行。

表 27 正式试验条件

挡位	变速器的输出轴输入转速（低挡位） r/min	换挡循环次数 ×10 <sup>4</sup> 循环
1→2→1	1214	10
2→3→2	2168	20
3→4→3	3305	20
4→5→4	4395	10
5→6→5	5300	10
N→R→N	230	1.5

2.3.2.6 试验油温：（80±5）℃。

2.3.2.7 换挡频率：（10~14）次/分。

2.3.2.8 调整换挡力为设计规定值见表 28。

表 28 换挡力

挡位	换挡力（手球） N
1→2→1	≤100
2→3→2	≤84
3→4→3	≤50
4→5→4	≤33
5→6→5	≤33
N→R→N	≤100

### 2.3.3 芜湖万里扬变速器有限公司M<sub>1</sub>类变速器试验步骤

#### 2.3.3.1 试验前准备

2.3.3.1.1 准备试验样机及适量对应牌号的试验用齿轮油。

2.3.3.1.2 准备适合试验样机的安装支架（试验台变速器过渡板）。

2.3.3.1.3 准备适合试验样机、适合试验台的传动半轴（左右半轴各一个）。

2.3.3.1.4 将变速器尽量按使用条件安装在试验台上，安装传动半轴、油温传感器等附属装置。

2.3.3.1.5 加注规定的的润滑油和油量。

#### 2.3.3.2 试验过程

2.3.3.2.1 在正式做试验前，对试验样品进行磨合；磨合试验按《汽车机械式变速器总成技术条件及台架试验方法》标准的表 7 变速器换挡寿命试验磨合参数条件试验。磨合结束后更换润滑油。

2.3.3.2.2 试验油温控制在≤80℃；若无润滑油加热恒温装置，应有风冷装置使油温不高于90℃。

2.3.3.2.3 换挡力设定为设计规定值。

2.3.3.2.4 6MT 按照表 29 条件，从①至⑩顺序进行试验（共计 43 万次循环）。

表 29 6MT 标准耐久条件

顺序	换挡挡位	输出轴的转速 r/min	换挡频率 次/min	换挡循环次数 ×10 <sup>4</sup> 循环
①	1→2→1	70%N <sub>emax</sub> /I 挡速比	10~12	≥2.5
②	2→3→2	80%N <sub>emax</sub> /II 挡速比	10~12	≥5
③	3→4→3	80%N <sub>emax</sub> /III 挡速比	10~16	≥5
④	4→5→4	80%N <sub>emax</sub> /IV 挡速比	10~16	≥5
⑤	5→6→5	75%N <sub>emax</sub> /V 挡速比	10~16	≥4
⑥	1→2→1	70%N <sub>emax</sub> /I 挡速比	10~12	≥2.5
⑦	2→3→2	80%N <sub>emax</sub> /II 挡速比	10~12	≥5
⑧	3→4→3	80%N <sub>emax</sub> /III 挡速比	10~16	≥5
⑨	4→5→4	80%N <sub>emax</sub> /IV 挡速比	10~16	≥5
⑩	5→6→5	75%N <sub>emax</sub> /V 挡速比	10~16	≥4

注：N<sub>emax</sub> 表示该 MT 搭载的发动机在最大功率时的转速。但超过 6000r/min 时为 6000r/min。

### 2.3.4 綦江齿轮传动有限公司M<sub>2</sub>类、M<sub>3</sub>类和N类变速器试验步骤

2.3.4.1 将磨合后的变速器正确安装在试验台上。磨合试验按《汽车机械式变速器总成技术条件及台架试验方法》标准内表 7 变速器换挡寿命试验磨合参数条件试验。

2.3.4.2 检测有关参数：

- a) 一轴上的转动惯量与汽车实际使用情况相同；
- b) 输入轴转速：2200r/min；
- c) 换挡挡位：1→2→1，3→4→3，5→6→5；
- d) 油 品：API GL-4 85W-90；
- e) 换挡频率：0 次/min；
- f) 油 温：≤80℃。

2.3.4.3 变速器有关参数见表 30。

表 30 变速器有关参数

挡 位	1 挡	2 挡	3 挡	4 挡	5 挡	6 挡	R
速 比	7.03	4.09	2.45	1.50	1.00	0.81	6.48

2.3.4.4 试验数据见表 31。

表 31 试验数据

六挡箱	换挡循环次数 ×10 <sup>4</sup> 循环
1 挡	11.5
2 挡	
3 挡	10.5
4 挡	
5 挡	10.8
6 挡	

2.3.5 陕西法士特汽车传动集团有限责任公司M<sub>2</sub>类、M<sub>3</sub>类和N类变速器试验步骤

- 2.3.5.1 经检查，待试样机 6 挡变速器符合试验要求。
- 2.3.5.2 经检查，试验设备符合要求。
- 2.3.5.3 润滑油：型号 GL-5 85W-90，注油量按设计要求加注至油面观察孔下沿。
- 2.3.5.4 输入轴转速为 1470 r/min。
- 2.3.5.5 挡频率为（8~10）次/min。
- 2.3.5.6 磨合试验按表 32 条件试验。

表 32 磨合试验条件

磨合挡位	磨合输出端输入转速 r/min	磨合油温 ℃	换挡循环次数 循环
1→2→1	188	≤80	100
2→3→2	335		
3→4→3	821		
4→5→4	1114		
5→6→5	1470		

- 2.3.5.7 正式试验按表 33 条件试验。

表 33 正式试验条件

磨合挡位	输出端输入转速 r/min	试验油温 ℃	换挡循环次数 ×10 <sup>4</sup> 循环
1→2→1	188	60~90	10
2→3→2	335		
3→4→3	821		
4→5→4	1114		
5→6→5	1470		

## 2.4 试验结果处理

### 2.4.1 重庆青山工业有限责任公司M<sub>1</sub>类变速器试验结果处理

2台变速器经上述试验后,各挡位仍可顺利换挡,无异响;拆检后,各挡同步器应完好,没有非正常磨损,无零部件损坏,本次试验合格。拆检后其中一台如图10所示。



图10 拆检后照片

### 2.4.2 上海汽车变速器有限公司M<sub>1</sub>类变速器试验结果处理

#### 2.4.2.1 试验数据见图11a~图11f。

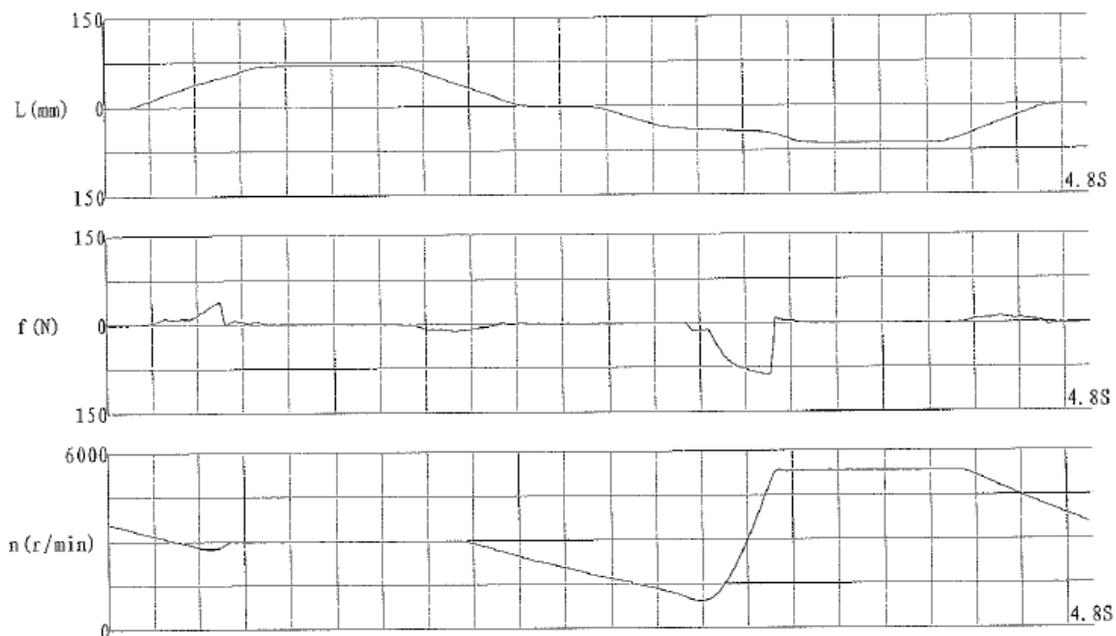


图11a 1-2-1 换挡曲线

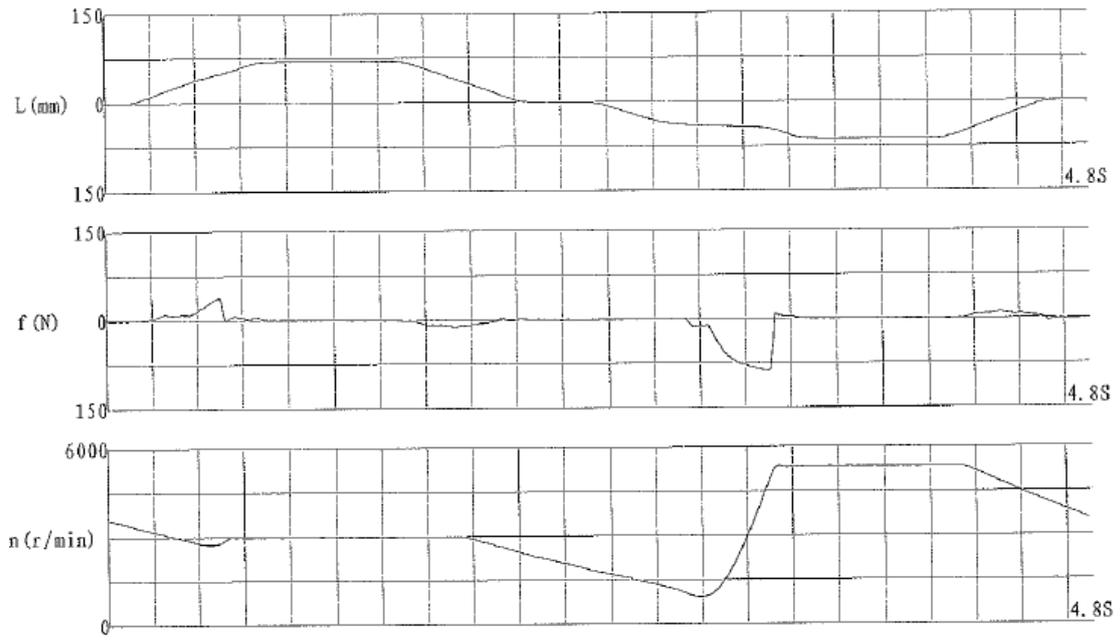


图 11b 2-3-2 换挡曲线

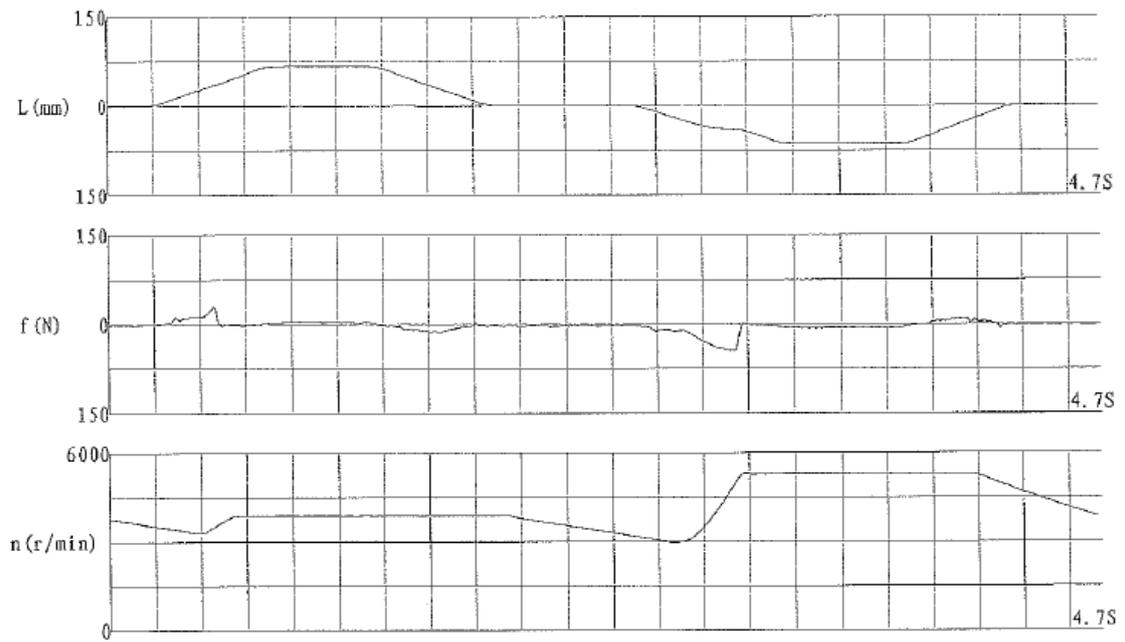


图 11c 3-4-3 换挡曲线

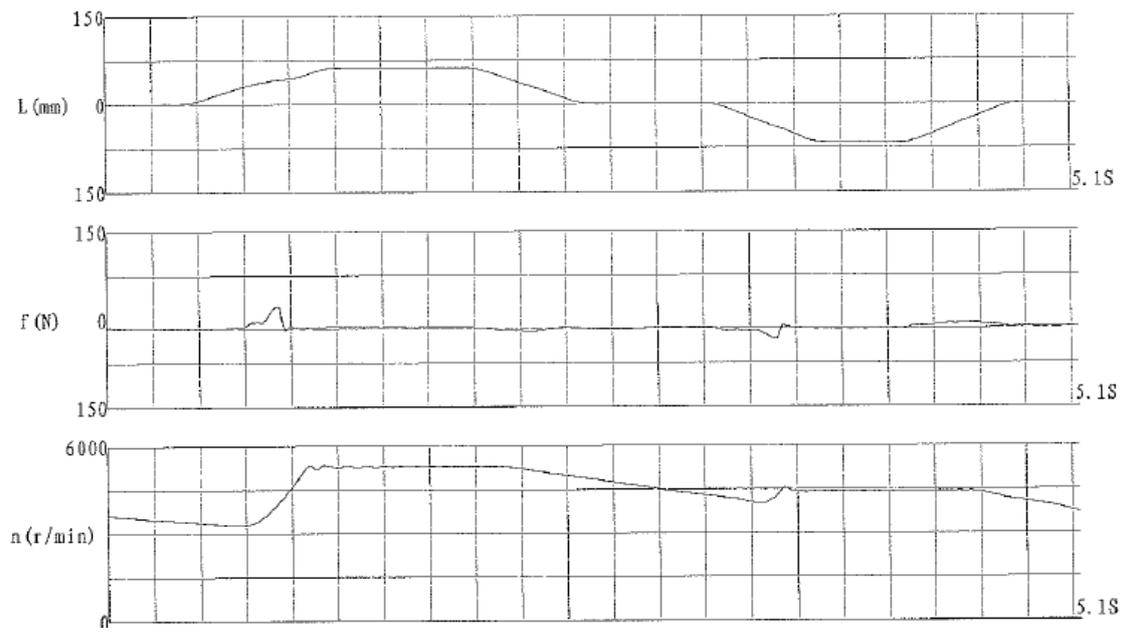


图 11d 4-5-4 换挡曲线

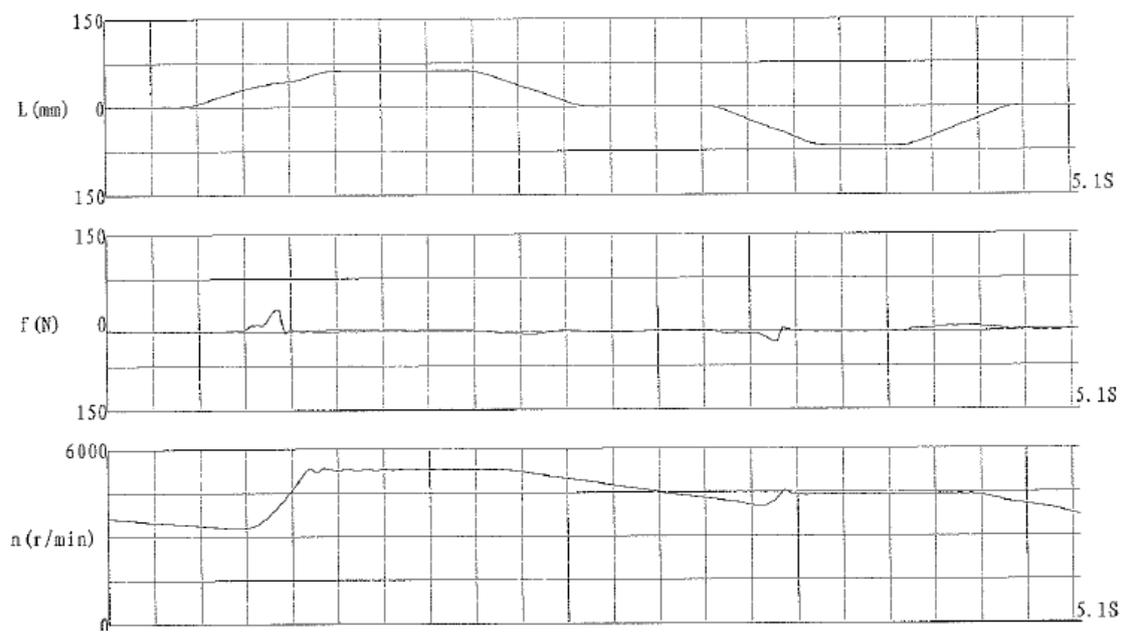


图 11e 5-6-5 换挡曲线

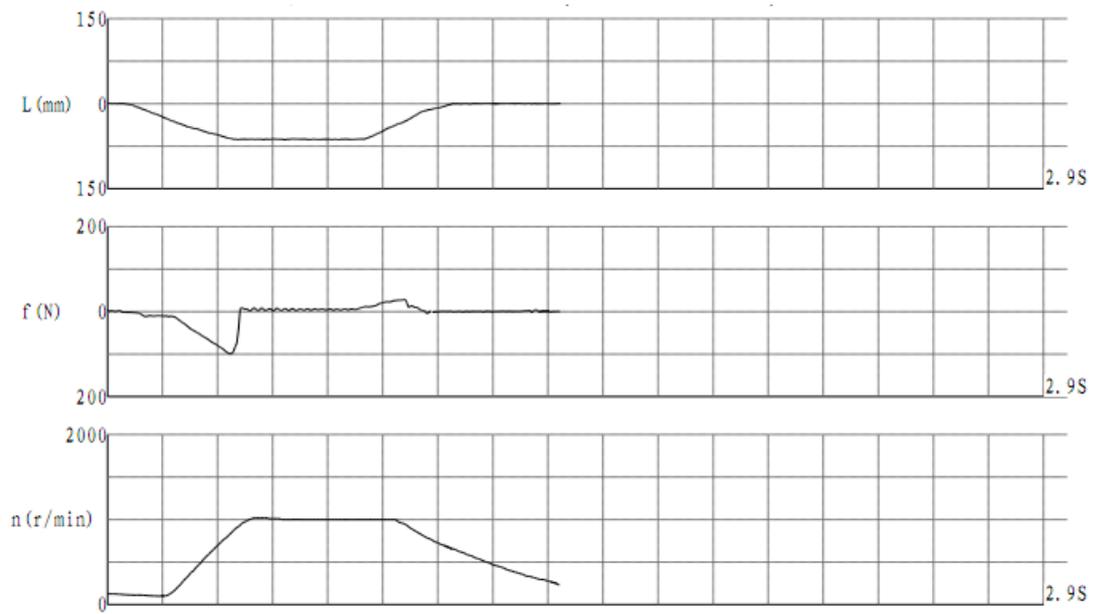


图 11f N-R-N 换挡曲线

2.4.2.2 试后拆检照片如图12。



图 12 拆检后照片

2.4.2.3 被测样件经上述试验后，各挡位仍可顺利换挡，无异响；拆检后，各挡同步器完好，没有非正常磨损，无零部件损坏，本次试验合格。

2.4.3 芜湖万里扬变速器有限公司M<sub>1</sub>类变速器试验结果处理

2.4.3.1 试验结果见表 34。

表 34 试验结果

试验项目		试验情况	试验时间
B00#箱	1 挡↔2 挡试验	完成 5 万次试验内容, 无异常现象	2017. 08. 05~2017. 08. 07
	2 挡↔3 挡试验	完成 10 万次试验内容, 无异常现象	2017. 08. 07~2017. 08. 13
	3 挡↔4 挡试验	完成 10 万次试验内容, 无异常现象	2017. 08. 13~2017. 08. 16
	4 挡↔5 挡试验	完成 10 万次试验内容, 无异常现象	2017. 08. 16~2017. 08. 23
	5 挡↔6 挡试验	完成 8 万次试验内容, 无异常现象	2017. 08. 23~2017. 08. 26
	N 挡↔1 挡试验	完成 5 万次试验内容, 无异常现象	2017. 08. 26~2017. 08. 27
	N 挡↔R 挡试验	完成 3 万次试验内容, 无异常现象	2017. 08. 28
B01#箱	1 挡↔2 挡试验	完成 5 万次试验内容, 无异常现象	2017. 08. 16~2017. 08. 17
	2 挡↔3 挡试验	完成 10 万次试验内容, 无异常现象	2017. 08. 18~2017. 08. 27
	3 挡↔4 挡试验	完成 10 万次试验内容, 无异常现象	2017. 08. 27~2017. 08. 30
	4 挡↔5 挡试验	完成 10 万次试验内容, 无异常现象	2017. 08. 30~2017. 09. 07
	5 挡↔6 挡试验	完成 8 万次试验内容, 无异常现象	2017. 09. 07~2017. 09. 10
	N 挡↔1 挡试验	完成 5 万次试验内容, 无异常现象	2017. 09. 10~2017. 09. 14
	N 挡↔R 挡试验	完成 3 万次试验内容, 无异常现象	2017. 09. 11

2. 4. 3. 2 试验完成后, 被试件拆检情况:

a) B00#箱拆解后发现:

- 1) 各挡位齿轮、同步器总成、拨叉等均无异常现象;
- 2) 各挡位齿毂、齿套均无异常现象;
- 3) 其他各件均无异常现象。

b) B01#箱拆解后发现:

- 1) 各挡位齿轮、同步器总成、拨叉等均无异常现象;
- 2) 各挡位齿毂、齿套均无异常现象;
- 3) 其他各件均无异常现象。

2. 4. 4 綦江齿轮传动有限公司M<sub>2</sub>类、M<sub>3</sub>类和N类变速器试验结果处理

2. 4. 4. 1 试验数据见表 35, 图 13a~图 13c。

表 35 试验数据

六挡箱	换挡循环次数 ×10 <sup>4</sup> 循环
1 挡	11.5
2 挡	
3 挡	10.5
4 挡	
5 挡	10.8
6 挡	



图 13a 1、2 挡性能曲线



图 13b 3、4 挡性能曲线



图 13c 5、6 挡性能曲线

2.4.4.2 六挡箱性能测试结果（测力点距换挡轴 75mm 处）见表 36。

表 36 六挡箱性能测试结果

挡位	数据
1→2→1	1→2: 换挡力: 1173N; 同步时间: 0.3s
	2→1: 换挡力: 1227N; 同步时间: 0.855s
3→4→3	3→4: 换挡力: 934N; 同步时间: 0.234s
	4→3: 换挡力: 929N; 同步时间: 0.61s
5→6→5	5→6: 换挡力: 641N; 同步时间: 0.106s
	6→5: 换挡力: 588N; 同步时间: 0.183s

#### 2.4.5 陕西法士特汽车传动集团有限责任公司M<sub>2</sub>类、M<sub>3</sub>类和N类变速器试验结果处理

两台变速器（M<sub>3</sub>类）中的同步器在试验过程中均没有出现冲击声，经拆检，两台变速器中同步器的摩擦材料、锁止角磨损均匀，满足试验要求，本次试验合格。其中一台变速器中同步器拆检情况图 14。



图 14 拆检后照片

## 2.5 试验总结分析

### 2.5.1 M<sub>1</sub>类变速器试验总结分析

本试验按标准内 5.6 条规定的方法完成试验，其结果符合 4.5 中对 M<sub>1</sub> 类变速器的要求，由此可证实标准 4.5 中对 M<sub>1</sub> 类变速器换挡寿命指标适用。

### 2.5.2 M<sub>2</sub>类、M<sub>3</sub>类和 N 类变速器试验总结分析。

本试验按标准中 5.6 条规定的方法完成试验，其结果符合 4.5 中对 M<sub>2</sub> 类、M<sub>3</sub> 类和 N 类变速器的要求，由此可证实标准 4.5 中对 M<sub>2</sub> 类、M<sub>3</sub> 类和 N 类变速器换挡寿命指标适用。

## 3 变速器传动效率试验

### 3.1 试验目的

本试验主要测试变速器各挡位的传动效率是否满足要求，本试验在变速器疲劳寿命试验台上进行。

### 3.2 变速器试验验证情况

#### 3.2.1 试验项目基本情况

试验项目基本情况见表 37。

表 37 试验项目基本情况

变速器类型	试验名称	试验时间	试验单位	样机数量台	实际数量台
M <sub>1</sub> 类	六挡变速器传动效率试验	2017.08.24~ 2017.08.30	重庆青山工业有限责任公司	3	2
	六挡变速器传动效率试验	2017.04.08~ 2017.05.10	上海汽车变速器有限公司	3	3
M <sub>2</sub> 类、 M <sub>3</sub> 类和 N类	六挡变速器传动效率试验	2017.07.07~ 2017.07.12	綦江齿轮传动有限公司	3	2
	6挡(800Nm、M <sub>3</sub> 类、不带副变速器)变速器传动效率试验	2017.04.10~ 2017.04.12	陕西法士特汽车传动集团有限责任公司		
	六挡变速器传动效率试验	2016.03.31~ 2016.04.25	安徽星瑞齿轮传动有限公司	2	2

### 3.2.2 试验环境条件

环境温度：(15~30)℃。

### 3.2.3 试验设备条件

#### 3.2.3.1 示意图

M<sub>1</sub>类变速器传动效率试验台示意图见图 15，M<sub>2</sub>类、M<sub>3</sub>类和N类变速器传动效率试验台示意图见图 16。

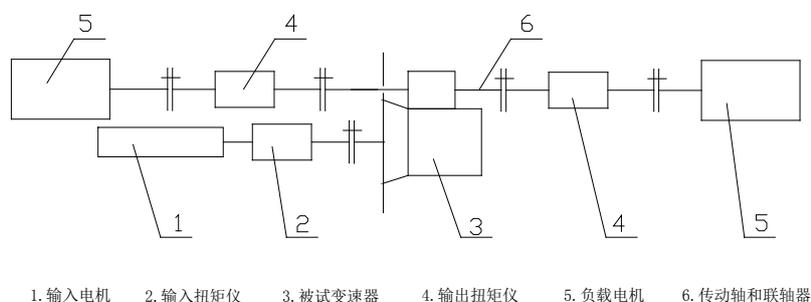


图 15 M<sub>1</sub>类变速器传动效率试验台结构示意图

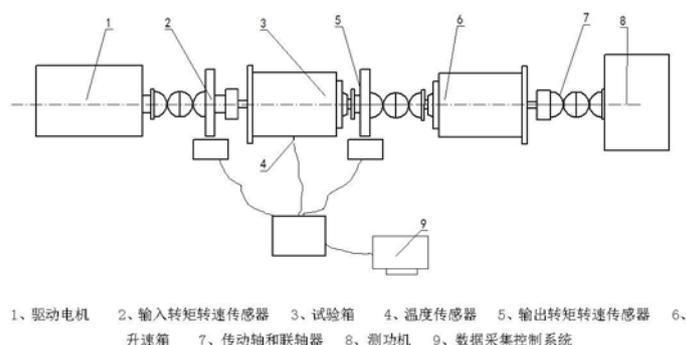


图 16 M<sub>2</sub>类、M<sub>3</sub>类和N类变速器传动效率试验台结构示意图

### 3.2.3.2 现场照片

3.2.3.2.1 重庆青山工业有限责任公司M<sub>1</sub>类变速器传动效率试验台见图 17a，设备参数表见表 38a。

3.2.3.2.2 上海汽车变速器有限公司M<sub>1</sub>类变速器传动效率试验台见图 17b，设备参数表见表 38b。

3.2.3.2.3 綦江齿轮传动有限公司M<sub>2</sub>类、M<sub>3</sub>类和N类变速器传动效率试验台见图 18a，设备参数表见表 39a。

3.2.3.2.4 陕西法士特汽车传动集团有限责任公司M<sub>2</sub>类、M<sub>3</sub>类和N类变速器传动效率试验台见图 18b，设备参数表见表 39b。

3.2.3.2.5 安徽星瑞齿轮传动有限公司M<sub>2</sub>类、M<sub>3</sub>类和N类变速器传动效率试验台见图 18c，设备参数表见表 39c。

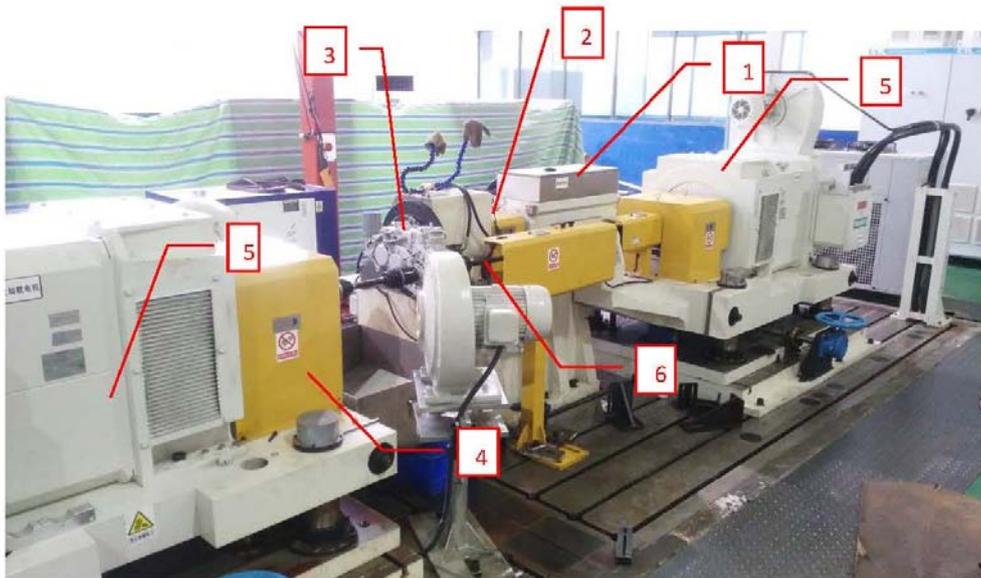


图 17a M<sub>1</sub>类变速器传动效率试验台

表 38a 设备参数

序号	名称	设备规格	测量参数	测量精度	数量
1	驱动电机	转速：(0~8000) r/min 扭矩：(0~400) N·m	—	转速：±1r/min	1
2	输入扭矩传感器	—	扭矩	±0.05%FS	1
3	被试变速器	六挡变速器	—	—	1
4	输出扭矩传感器	—	扭矩	±0.2%FS	2
5	负载电机	转速：(0~3000) r/min 扭矩：(0~3500) N·m	—	转速：±1r/min	1
6	传动轴和联轴器	—	—	—	2



图 17b M<sub>1</sub>类变速器传动效率试验台

表 38b 设备参数

序号	名称	设备规格	测量参数	测量精度	数量
1	驱动电机	转速：(0~8000) r/min 扭矩：(0~400) N·m	——	转速：±1r/min	1
2	输入扭矩传感器	——	扭矩	±0.05%FS	1
3	被试变速器	六挡变速器	——	——	1
4	输出扭矩传感器	——	扭矩	±0.2%FS	2
5	负载电机	转速：(0~3000) r/min 扭矩：(0~3500) N·m	——	转速：±1r/min	1
6	传动轴和联轴器	——	——	——	2

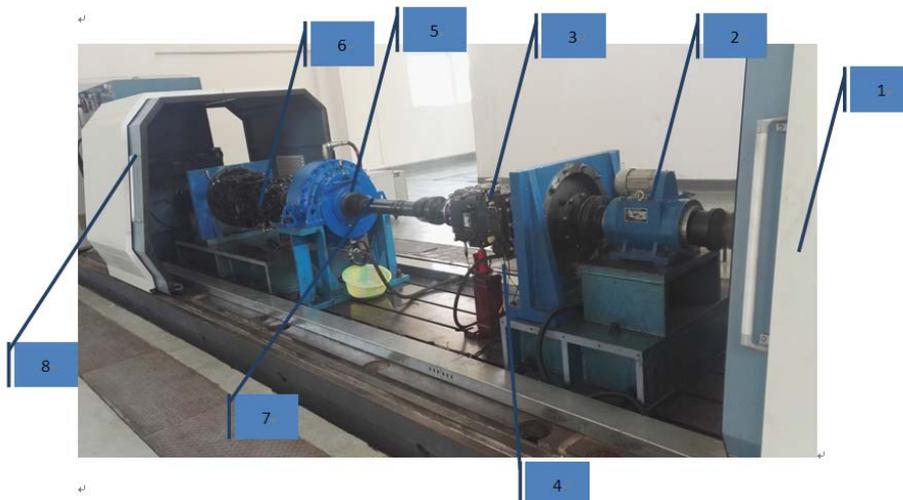


图 18a M<sub>2</sub>类、M<sub>3</sub>类和N类变速器传动效率试验台

表 39a 设备参数

测定变速器输入轴的 损失力矩挡位	输入轴的转速 r/min	油温 ℃	油品
1、2、5、6挡	$N_m=500, 1000, 1500, 2000, 2500$	$100 \pm 1$ (每次恒定)	API GL-5 85W/90

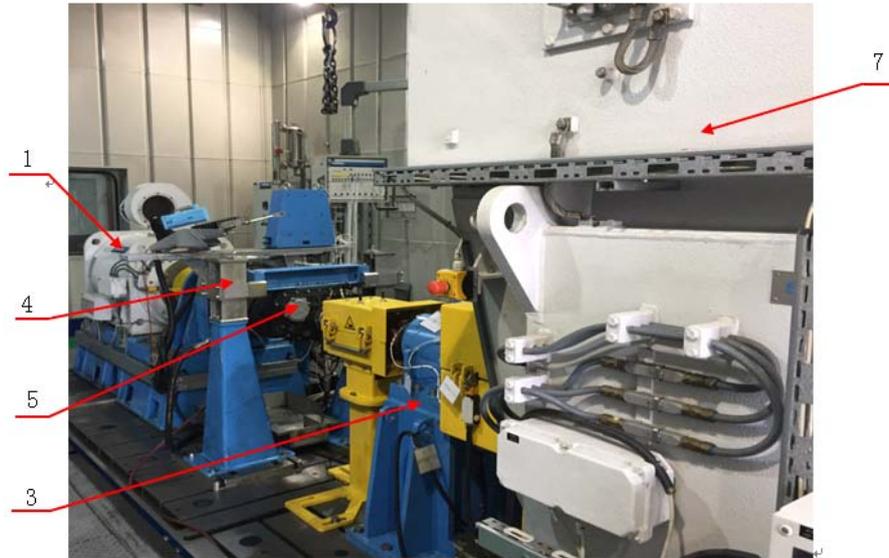


图 18b M<sub>2</sub>类、M<sub>3</sub>类和N类变速器传动效率试验台

表 39b 设备参数

序号	名称	设备规格	测量参数	测量精度	数量
1	驱动装置	转速：(0~3000) r/min	——	转速：±1r/min	1
2	传动轴	——	——	——	4
3	扭矩传感器	(2000/10000) N·m	扭矩	±0.25%	2
4	变速器安装支架	——	——	——	1
5	被试变速器	6挡变速器	——	——	1
6	温度传感器	PT100 (0~200℃)	油温	±0.5℃	1
7	吸功装置	转速：(0~3000) r/min	——	转速：±1r/min	1

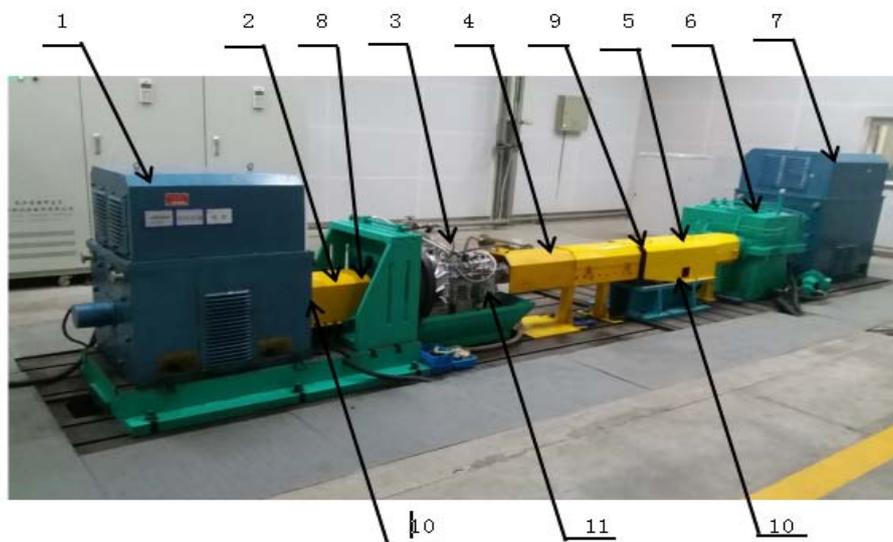


图 18c M<sub>2</sub>类、M<sub>3</sub>类和N类变速器传动效率试验台

表 39c 设备参数

序号	名称	设备规格	测量参数	测量精度	数量
1	输入电机	转速：(0~6000) r/min 扭矩：(0~800) N·m	---	---	1
2	输入扭矩仪	扭矩：(0~800) N·m	扭矩	0.2%FS	1
3	被试变速器总成	---	---	---	1
4	传动轴和联轴器	---	---	---	1
5	输出扭矩仪	扭矩：(0~5000) N·m	扭矩	0.2%FS	1
6	减速箱	---	---	---	1
7	负载电机	转速：(0~4000) r/min 扭矩：(0~5000) N·m	---	---	1
8	输入扭矩传感器	(100~800) N·m	扭矩	0.2%FS	1
9	输出扭矩传感器	(100~5000) N·m	扭矩	0.2%FS	1
10	转速传感器	(0~6500) r/min	转速	±1r/min	2
11	温度传感器	(0~200) °C	温度	±0.5°C	1

### 3.3 试验步骤

#### 3.3.1 重庆青山工业有限责任公司M<sub>1</sub>类变速器试验步骤

- 3.3.1.1 经检查，待试样机六挡变速器符合检测要求。
- 3.3.1.2 经检查，试验设备符合要求。
- 3.3.1.3 按规定加注润滑油，GL-4 75W-90，2.0L。
- 3.3.1.4 磨合时试验油温≤80°C。
- 3.3.1.5 磨合试验按表 40 条件试验。

表 40 磨合试验条件

挡位	转速 r/min	扭矩 N·m	时间 h
2	4000	125	1
3	4000	125	1
4	4000	125	1
5	4000	125	1
6	4000	125	1

- 3.3.1.6 磨合后更换润滑油。
- 3.3.1.7 正式试验按表 41 条件进行。

表 41 正式试验条件

挡位	转速 r/min	扭矩 N·m	温度 ℃
1	4000	250	80±5
2		250	
3		250	
4		250	
5		250	
6		250	

### 3.3.2 上海汽车变速器有限公司M<sub>1</sub>类变速器试验步骤

- 3.3.2.1 经检查，待试样机符合标准要求。
- 3.3.2.2 经检查，试验设备符合要求。
- 3.3.2.3 待试样机在台架上按整车水平位置要求安装。
- 3.3.2.4 按规定加注润滑油，GL-4 75W-90，2.0L。
- 3.3.2.5 磨合试验按表 42 条件试验，磨合后换油。

表 42 变速器磨合试验工况参数

车型	挡位	输入转速 r/min	输入扭矩 N·m	磨合时间 h
M <sub>1</sub> 类	前进挡	发动机最大扭矩点转速	发动机最大扭矩的 50%	各挡位不少于 1
	倒挡	发动机最大扭矩点转速 50%	发动机最大扭矩的 25%	不少于 0.5

- 3.3.2.6 油温升到 (80±5)℃时，挂上试验挡位，按表 43 条件进行正式试验。

表 43 变速器正式试验工况参数

挡位	输入转速 r/min	输入扭矩 N·m
除 R 挡外所有挡位	1000, 2000, 3000, 6000	147

### 3.3.3 陕西法士特汽车传动集团有限责任公司M<sub>2</sub>类、M<sub>3</sub>类和N类变速器试验步骤

- 3.3.3.1 经检查，待试样机 6 挡变速器符合测试要求。
- 3.3.3.2 经检查，试验设备符合要求。
- 3.3.3.3 润滑油：型号 GL-5 85W-90，注油量按设计要求加注至油面观察孔下沿。
- 3.3.3.4 试验油温为 (80±5)℃。
- 3.3.3.5 试验从低速挡开始向高速挡、倒挡的各挡位顺序进行。
- 3.3.3.6 磨合试验按表 44 条件试验。

表 44 磨合试验条件

磨合挡位	磨合转速 r/min	磨合扭矩 N·m	磨合时间 min
1	1450±5	320	60
2		400	
3			
4			
5			
6			
R		280	30

3.3.3.7 正式试验按表 45 条件试验。

表 45 正式试验条件

挡位	试验转速 r/min	试验扭矩 N·m
1	2100±5	800±16
2		
3		
4		
5		
6		
R		400±8

3.3.4 安徽星瑞齿轮传动有限公司M<sub>2</sub>类、M<sub>3</sub>类和N类变速器试验步骤

- 3.3.4.1 经检查，待试样机 ML642A 变速器符合标准要求。
- 3.3.4.2 经检查，试验设备符合要求。
- 3.3.4.3 待试样机在台架上按整车水平位置要求安装。
- 3.3.4.4 按规定加注润滑油，GL-4 75W-90，3.5L。
- 3.3.4.5 磨合试验按表 46 条件试验。

表 46 磨合试验条件

挡位	输入转速 r/min	输入扭矩 N·m	磨合时间 min
1	2000	210	120
2	2000	210	120

表 46 (续)

挡位	输入转速 r/min	输入扭矩 N·m	磨合时间 min
3	2000	210	120
4	2000	210	120
5	2000	210	120
6	2000	210	120
R	2000	210	120

3.3.4.6 挂上试验挡位，按表47的试验要求进行变速器总成的效率试验，变速器油温保持(77~80)℃。

表 47 正式试验条件

挡位	输入转速 r/min	输入扭矩 N·m	理论 输出扭矩 N·m	实际 输出扭1 N·m	传动效率 率1	综合传动效率 1	实际 输出扭 矩2 N·m	传动效率 率2	综合传动效率 2
1	2000	419	2505.20	2407.50	96.1%	97.1%	2425.0	96.8%	97.2%
2	2000	419	1334.52	1293.15	96.9%		1293.5	96.9%	
3	2000	419	780.18	758.33	97.2%		762.6	97.8%	
4	2000	419	543.86	529.72	97.4%		529.4	97.3%	
5	2000	419	419.00	410.20	97.9%		409.4	97.7%	
6	2000	419	318.02	309.43	97.3%		308.8	97.1%	

### 3.4 试验结果处理

#### 3.4.1 重庆青山工业有限责任公司M<sub>1</sub>类变速器试验结果处理

3.4.1.1 各挡测试数据按下式进行计算：

$$\text{效率} = \text{输出功率} \div \text{输入功率} \times 100\%$$

综合传动效率为测得各前进挡的效率平均值。

3.4.1.2 两台变速器按标准试验合格，其中效率见表48。

表 48 效率

变速器编号	挡位	1挡	2挡	3挡	4挡	5挡	6挡	综合传动效率
1#	效率	94.58%	96.68%	96.83%	96.46%	96.54%	96.19%	96.54%
2#	效率	94.45%	96.61%	96.78%	96.75%	96.64%	96.38%	96.63%

### 3.4.2 上海汽车变速器有限公司M<sub>1</sub>类变速器试验结果处理

按试验油温80℃，输入转速4000 r/min、输入扭矩147N·m条件下，试验样件2挡、3挡、4挡、5挡、6挡的传动效率的平均值为综合传动效率，试验结果如表49。

表 49 试验结果

变速器编号	2 挡	3 挡	4 挡	5 挡	6 挡	综合
1#	96.29%	96.19%	96.25%	95.88%	95.48%	96.02%
2#	96.23%	96.09%	96.17%	95.69%	95.34%	95.90%
3#	96.22%	96.11%	96.20%	95.49%	95.32%	95.87%

### 3.4.3 綦江齿轮传动有限公司M<sub>2</sub>类、M<sub>3</sub>类和N类变速器试验结果处理

#### 3.4.3.1 试验数据见表 50、图 19a~图 19c。

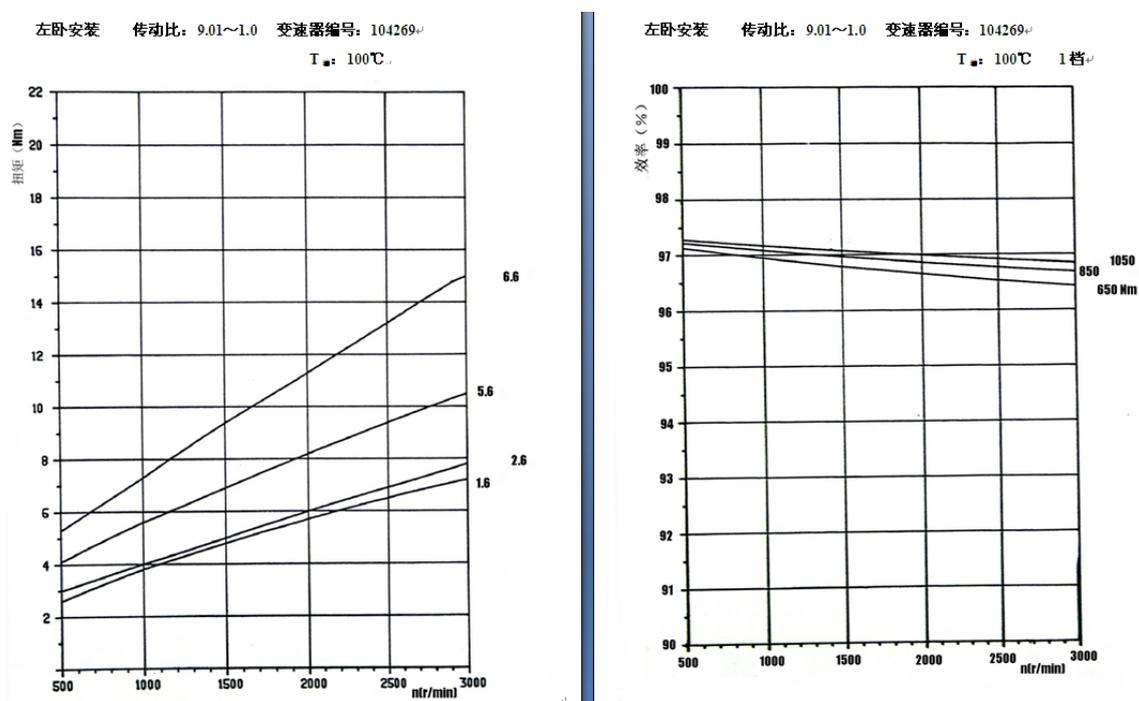


图 19a 1 挡效率

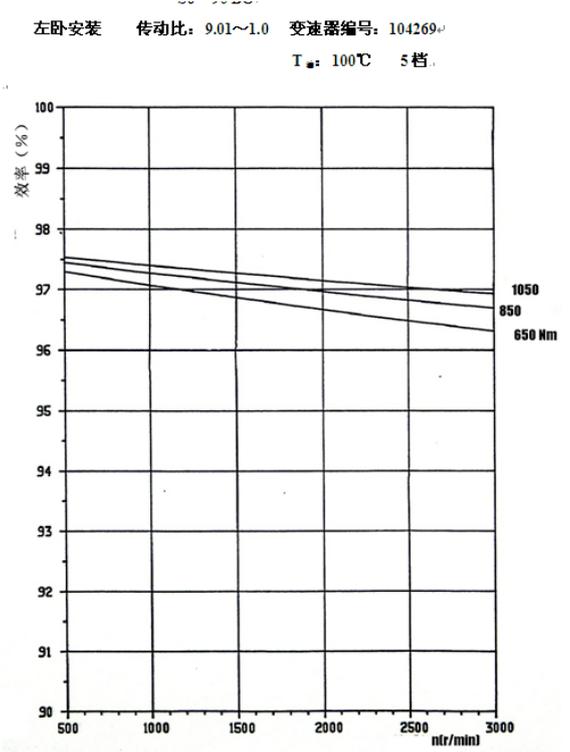
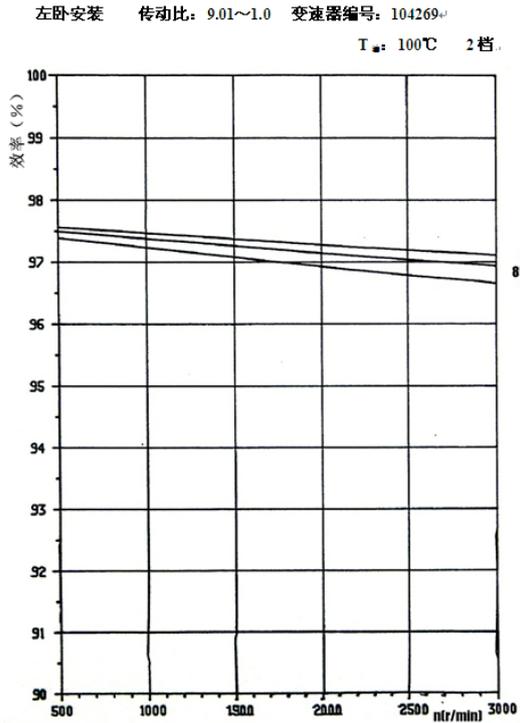


图 19b 2 挡和 5 挡效率

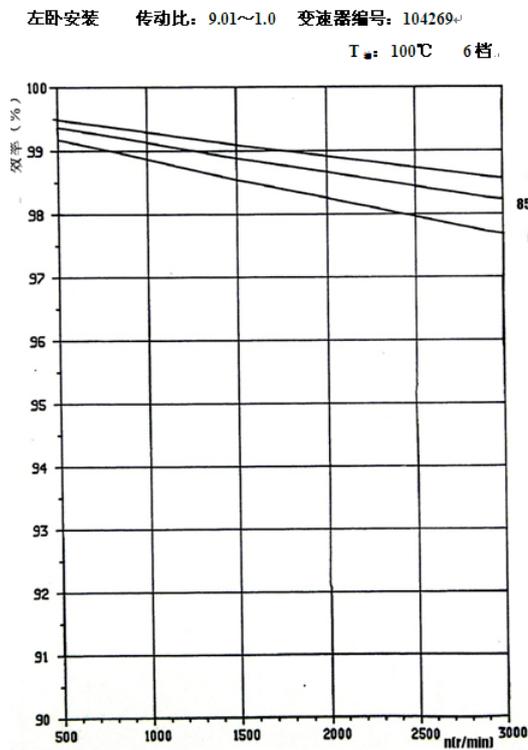


图 19c 6 挡效率

表 50 六挡变速器总成传动效率

输入转速	名义载荷	1 挡	2 挡	5 挡	6 挡
500	75%	96.63%	96.89%	96.89%	98.64%
	100%	96.72%	97.00%	96.95%	98.87%
	125%	96.78%	97.06%	97.04%	98.99%
1000	75%	96.45%	96.73%	96.57%	98.37%
	100%	96.58%	96.88%	96.77%	98.63%
	125%	96.67%	96.97%	96.90%	98.79%
1500	75%	96.29%	96.58%	96.37%	98.04%
	100%	96.47%	96.76%	96.62%	98.38%
	125%	96.57%	96.87%	96.77%	98.59%
2000	75%	96.15%	96.43%	96.17%	97.75%
	100%	96.36%	96.64%	96.47%	98.16%
	125%	96.49%	96.78%	96.65%	98.41%
2500	75%	96.03%	96.29%	95.98%	97.46%
	100%	96.27%	96.54%	96.32%	97.94%
	125%	96.41%	96.69%	96.53%	98.23%
3000	75%	95.92%	96.15%	95.81%	97.18%
	100%	96.18%	96.43%	96.19%	97.73%
	125%	96.34%	96.61%	96.43%	98.06%

### 3.4.4 陕西法士特汽车传动集团有限责任公司M<sub>2</sub>类、M<sub>3</sub>类和N类变速器试验结果处理

#### 3.4.4.1 各挡测试数据按下式进行计算：

$$\text{效率} = \text{输出功率} \div \text{输入功率} \times 100\%$$

综合传动效率为测得各前进挡的效率平均值。

#### 3.4.4.2 综合传动效率见表51。

表51 综合传动效率

变速器编号	挡位	1 挡	2 挡	3 挡	4 挡	5 挡	6 挡	综合传动效率
1#	效率 %	96.08	96.70	97.03	97.21	98.98	97.08	97.18
2#		96.56	96.73	96.90	97.33	98.93	96.90	97.23

### 3.4.5 安徽星瑞齿轮传动有限公司M<sub>2</sub>类、M<sub>3</sub>类和N类变速器试验结果处理

本次共进行 2 台，根据传动效率计算公式，综合传动效率分别为 97.1%、97.2%

### 3.5 试验总结分析

### 3.5.1 M<sub>1</sub>类变速器试验总结分析

本试验按标准内 5.7 条规定的方法完成试验，其结果符合 4.6 中对M<sub>1</sub>类变速器的要求，由此可证实标准 4.6 中对M<sub>1</sub>类变速器传动效率指标适用。

### 3.5.2 M<sub>2</sub>类、M<sub>3</sub>类和N类变速器试验总结分析。

本试验按标准中 5.7 条规定的方法完成试验，其结果符合 4.6 中对M<sub>2</sub>类、M<sub>3</sub>类和N类变速器的要求，由此可证实标准 4.6 中对M<sub>2</sub>类、M<sub>3</sub>类和N类变速器传动效率指标适用。

## 4 变速器噪声试验

### 4.1 试验目的

本试验主要测试变速器总成各挡位的噪声，并检查是否满足试验要求。本试验在 NVH 台架室（半消声室）进行，按要求进行测量。被试样件经过磨合换油后，按不同挡位不同转速和扭矩的工况下来测量并记录噪声。

### 4.2 变速器试验验证情况

#### 4.2.1 试验项目基本情况

试验项目基本情况见表 52。

表 52 试验项目基本情况

变速器类型	试验名称	试验时间	试验单位	样机数量台	实际数量台
M <sub>1</sub> 类	五挡变速器噪声试验	2017.09.01~ 2017.09.15	重庆青山工业有限责任公司	3	2
	六挡变速器噪声试验	2017.08.07~ 2017.08.10	上海汽车变速器有限公司		
	M6F2-97 变速器噪声试验	2017.08.07~ 2017.08.10	哈尔滨东安汽车发动机制造有限公司		
M <sub>2</sub> 类、 M <sub>3</sub> 类和 N类	16 挡（N 类）变速器噪声试验	2017.01.24~ 2017.01.28	陕西法士特汽车传动集团有限责任公司		

#### 4.2.2 试验环境条件

环境温度：（15~25）℃。

#### 4.2.3 试验设备条件

##### 4.2.3.1 示意图

M<sub>1</sub>类变速器噪声试验台示意图见图 20，M<sub>2</sub>类、M<sub>3</sub>类和N类变速器噪声试验台示意图见图 21。

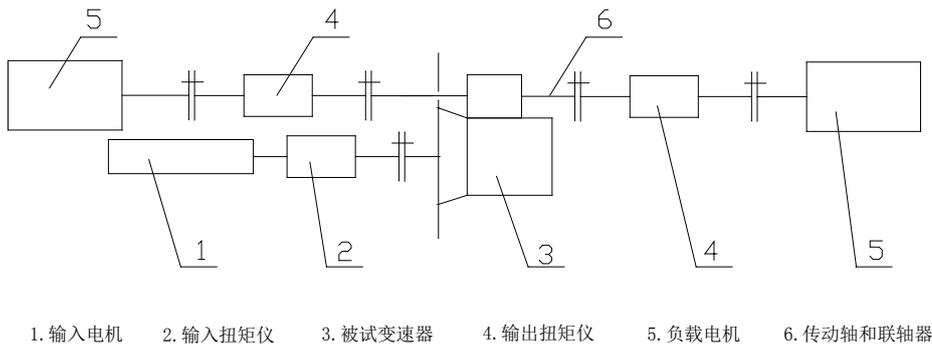


图 20 M<sub>1</sub>类变速器噪声试验台结构示意图

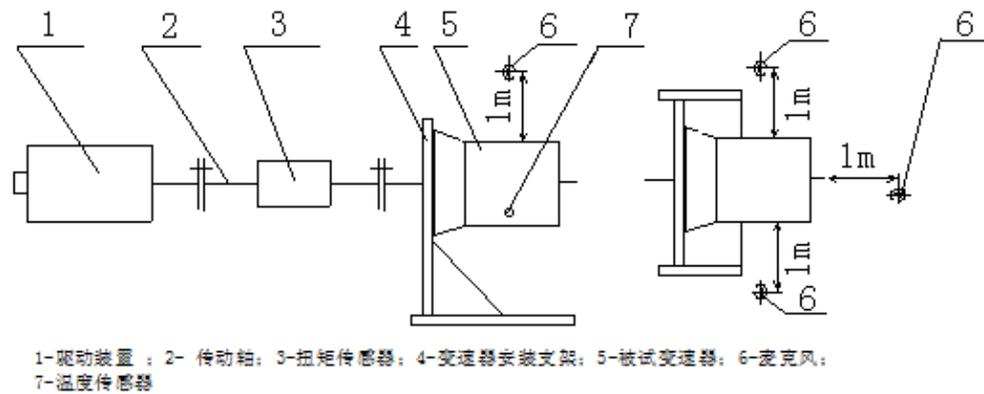


图 21 M<sub>2</sub>类、M<sub>3</sub>类和N类变速器噪声试验台结构示意图

#### 4.2.3.2 现场照片

4.2.3.2.1 重庆青山工业有限责任公司M<sub>1</sub>类变速器噪声试验台见图 22a，设备参数表见表 53a。

4.2.3.2.2 上海汽车变速器有限公司M<sub>1</sub>类变速器噪声试验台见图 22b，设备参数表见表 53b。

4.2.3.2.3 哈尔滨东安汽车发动机制造有限公司M<sub>1</sub>类变速器噪声试验台见图 22c。

4.2.3.2.4 陕西法士特汽车传动集团有限责任公司M<sub>2</sub>类、M<sub>3</sub>类和N类变速器噪声试验台见图 23，设备参数表见表 54。

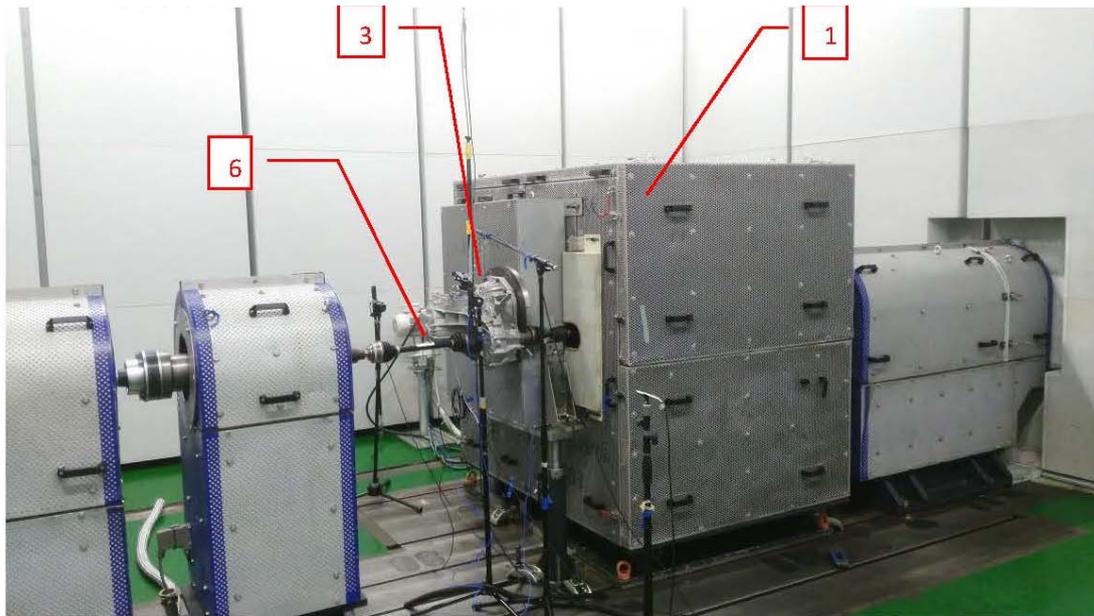


图 22a M<sub>1</sub>类变速器噪声试验台

表 53a 设备参数

序号	名称	设备规格	测量参数	测量精度	数量
1	驱动电机	转速：(0~8000) r/min 扭矩：(0~400) N·m	——	转速：±1r/min	1
2	输入扭矩传感器	——	扭矩	±0.05%FS	1
3	被试变速器	五挡变速器	——	——	1
4	输出扭矩传感器	——	扭矩	±0.2%FS	2
5	负载电机	转速：(0~3000) r/min 扭矩：(0~3500) N·m	——	转速：±1r/min	1
6	传动轴和联轴器	——	——	——	2
7	麦克风	(14~135) dB(A) (10~20) kHz	噪声	±2dB	3

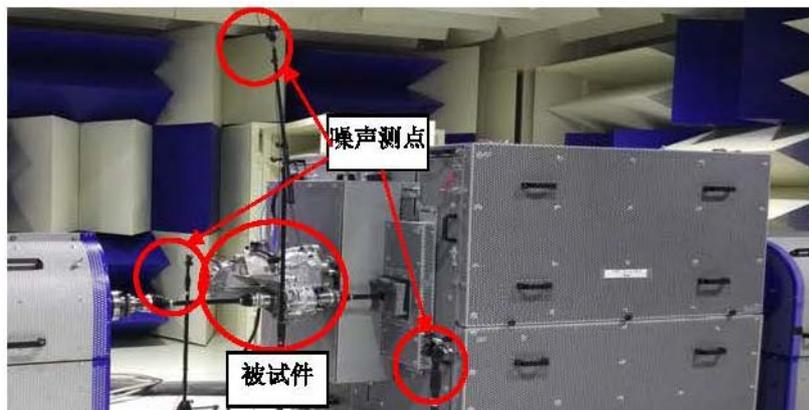


图 22b M<sub>1</sub>类变速器噪声试验台

表 53b 设备参数

序号	名称	设备规格	测量参数	测量精度	数量
1	驱动装置	转速：(0~7000) r/min 扭矩：(0~400) N·m	——	——	1
2	扭矩传感器	(0~450) N·m	扭矩	0.2%FS	1
3	扭矩传感器	(0~3000) N·m	扭矩	0.2%FS	2
4	转速传感器	(0~7000) r/min	转速	±1r/min	1
5	温度传感器	(20~180) °C	温度	±0.5°C	1

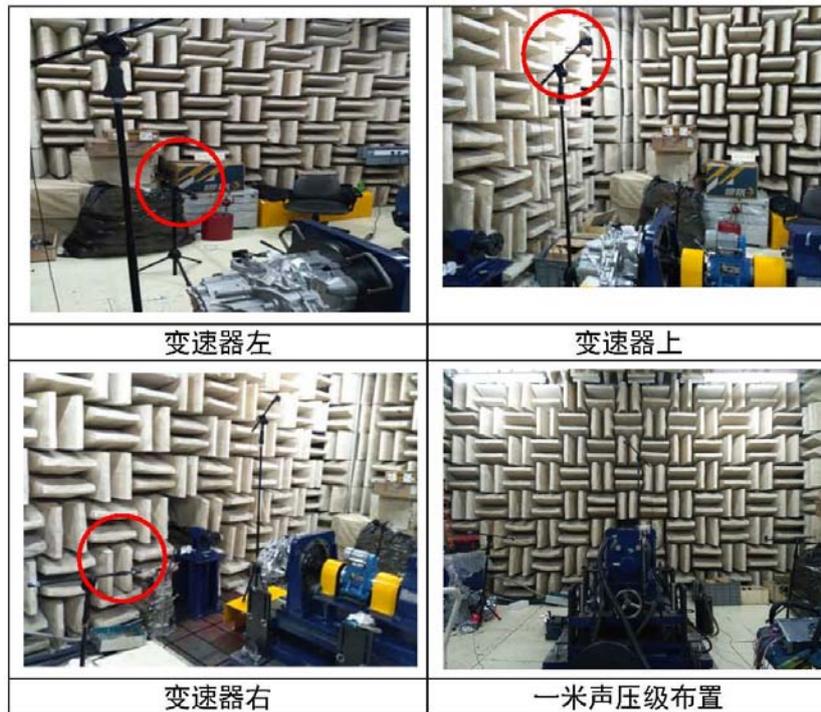


图 22c M<sub>1</sub>类变速器噪声试验台

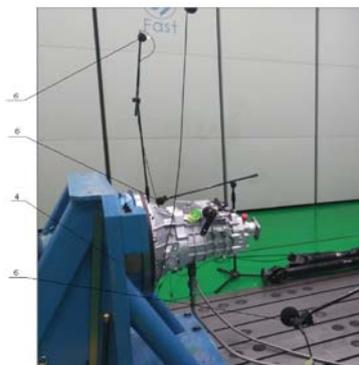


图 23 M<sub>2</sub>类、M<sub>3</sub>类和N类变速器噪声试验台

表 54 设备参数

序号	名称	设备规格	测量参数	测量精度	数量
1	驱动装置	转速：(0~4000) r/min	——	转速：±1r/min	1
2	传动轴	——	——	——	2
3	扭矩传感器	(0~200) N·m	扭矩	±0.1%	1
4	变速器安装支架	——	——	——	1
5	被试变速器	16 挡变速器	——	——	1
6	麦克风	(14~135) dB(A) (10~20) kHz	噪声	±2dB	4
7	温度传感器	PT100 (0~200) °C	油温	±0.5°C	1

### 4.3 试验步骤

#### 4.3.1 重庆青山工业有限责任公司M<sub>1</sub>类变速器试验步骤

4.3.1.1 经检查，待试样机五挡变速器符合检测要求。

4.3.1.2 经检查，试验设备符合要求。

4.3.1.3 按规定加注润滑油，GL-4 75W-90，2.0L。

4.3.1.4 磨合时试验油温≤80°C。

4.3.1.5 正式试验前，先测本底噪声，测量方法是：被测变速器安装在试验台之前，在变速器的上、左、右三方布置麦克风，按下表规定转速测得噪声即为本底噪声。

4.3.1.6 磨合试验按表 55 条件试验。

表 55 磨合试验条件

挡位	转速 r/min	扭矩 N·m	时间 h
1	3600	88	1
2	3600	88	1
3	3600	110	1
4	3600	110	1
5	3600	110	1
R	3000	88	0.5

4.3.1.7 磨合后更换润滑油。

4.3.1.8 正式试验按表 56 条件进行。

表 56 正式试验条件

挡位	测试距离 mm	转速 r/min	扭矩 N·m	温度 ℃
1	1000	800~5000	110	80±5
2	1000	800~5000	110	80±5
3	1000	800~5000	110	80±5
4	1000	800~3500	110	80±5
5	1000	800~3500	110	80±5
R	1000	800~2000	110	80±5

#### 4.3.2 上海汽车变速器有限公司M<sub>i</sub>类变速器试验步骤

- 4.3.2.1 经检查，待试样机符合标准要求。
- 4.3.2.2 经检查，试验设备符合表 51b 所列要求。
- 4.3.2.3 待试样机在台架上按整车水平位置要求安装。
- 4.3.2.4 按规定加注润滑油，GL-4 75W-90，2.0L。
- 4.3.2.5 磨合试验按表 57 试验工况进行，磨合结束更换润滑油。

表 57 磨合试验工况

输入扭矩 N·m	输入转速 r/min	磨合时间 h
1挡: 30%T <sub>max</sub>	前进挡: 发动机最大扭矩点最高转速 倒挡: 发动机最大扭矩点最高转速的50%	前进挡: 1.0 倒挡: 0.5
2/3/4/5/6挡: 50%T <sub>max</sub>		
倒挡: 35%T <sub>max</sub>		

4.3.2.6 测量变速器噪声需按表 58 规定，在变速器的上、左、右三处（1000±10）mm 测试距离处布置麦克风测点。

4.3.2.7 挂上试验挡位，油温升到（80±5）℃时，按照表 58 所列试验工况进行加载并记录噪声声压级。

表 58 变速器噪声试验

车型	挡位	测试距离 mm	输入转速 r/min	输入扭矩 N·m
M <sub>i</sub> 类	前进挡	1000±10	1/2/3 挡: 1000/1500/2000/2500/3000/3500/发 动机最大扭矩点转速的 70% 其他挡: 1000/1500/2000/2500/发 动机最大扭矩点转速的 60%	发动机最大扭矩的 40±5%
	倒挡	1000±10	发动机最大扭矩点转速 35%	发动机最大扭矩的 40±5%
	空挡	1000±10	750	空载

注：测试距离是测量点到输入轴中心对应箱体表面的距离。

### 4.3.3 哈尔滨东安汽车发动机制造有限公司M<sub>1</sub>类变速器试验步骤

4.3.3.1 在正式测量变速器噪声之前应先测量本底噪声，测量方法是：被测变速器在试验台安装之前，按照下表规定，在变速器的上，左，右三处布置声压计或麦克风，并按照表 59 规定测试的噪声为本底噪声。

表 59 变速器噪声测量参数

档位	测试距离 mm	输入转速 r/min	输入扭矩 N·m
1	1000±10	4000±10	187×10%±5 187×20%±5 187×30%±5 187×40%±5
2	1000±10	4000±10	
3	1000±10	4000±10	
4	1000±10	4000±10	
5	1000±10	4000±10	
6	1000±10	4000±10	
R	1000±10	2000±10	

4.3.3.2 对变速器进行磨合，该变速器主要参数见表 60。

4.3.3.3 挂上试验挡位，油温升到（80±5）℃时，将扭矩转速设置为表 59 规定值，测量或采集，记录声压级。

表 60 试验件主要参数

变速器型号		M6F2-97			变速挡数			6	
变速器编号		173#、171#							
变速比	1 挡	2 挡	3 挡	4 挡	5 挡	6 挡	倒挡	主减速比	
		3.727	2.047	1.357	1.032	0.820	0.690	3.818	3.824

### 4.3.4 陕西法士特汽车传动集团有限责任公司M<sub>2</sub>类、M<sub>3</sub>类和N类变速器试验步骤

4.3.4.1 经检查，待试样机 16 挡变速器符合测试要求。

4.3.4.2 经检查，试验设备符合要求。

4.3.4.3 待试样机在台架上按整车水平位置要求安装。

4.3.4.4 试验油温为（80±5）℃。

4.3.4.5 润滑油：型号 GL-5 85W-90，注油量按设计要求加注至油面观察孔下沿。

4.3.4.6 正式试验前，先测本底噪声，测量方法是：被测变速器安装在试验台之前，在变速器的上、左、右、后四布置麦克风，按表 61 规定转速测得噪声即为本底噪声。

表 61 变速器噪声测量参数

车型	挡位	测试距离 mm	输入转速 r/min	输入扭矩 N·m
M <sub>2</sub> 类、M <sub>3</sub> 类和 N类	前进挡	1000±10	1600	空载
	倒挡	1000±10	1600	空载
注：测试距离是测量点到输入轴中心对应箱体表面的距离。				

4.3.4.7 挂上试验挡位，油温升到(80±5)℃时，将转速升到上表所规定的转速值，采集声压级。

#### 4.4 试验结果处理

##### 4.4.1 重庆青山工业有限责任公司M<sub>1</sub>类变速器试验结果处理

4.4.1.1 本底噪声值见表62。

表 62 变速器本底噪声值

本底噪声	三测点噪声值 dB (A)		
	右	左	上
	32.73	31.04	32.04

4.4.1.2 两台变速器按标准试验所测各前进挡的噪声均不大于83dB，倒挡的噪声不大于85dB，本次试验合格，其中一台的试验数据见表63。

表 63 试验数据

挡位	三测点噪声值 dB (A)			三点最大值 dB (A)
	右	左	上	
1	81.7	82.3	82.5	82.5
2	81.0	82.4	82.4	82.4
3	80.5	81.1	82.6	82.6
4	80.8	81.7	81.2	81.7
5	81.5	81.8	82.7	82.7
R	82.5	83.4	82.3	83.4

##### 4.4.2 上海汽车变速器有限公司M<sub>1</sub>类变速器试验结果处理

4.4.2.1 各测点噪声数据用“A计权”进行处理。

4.4.2.2 试验数据记录如图24。

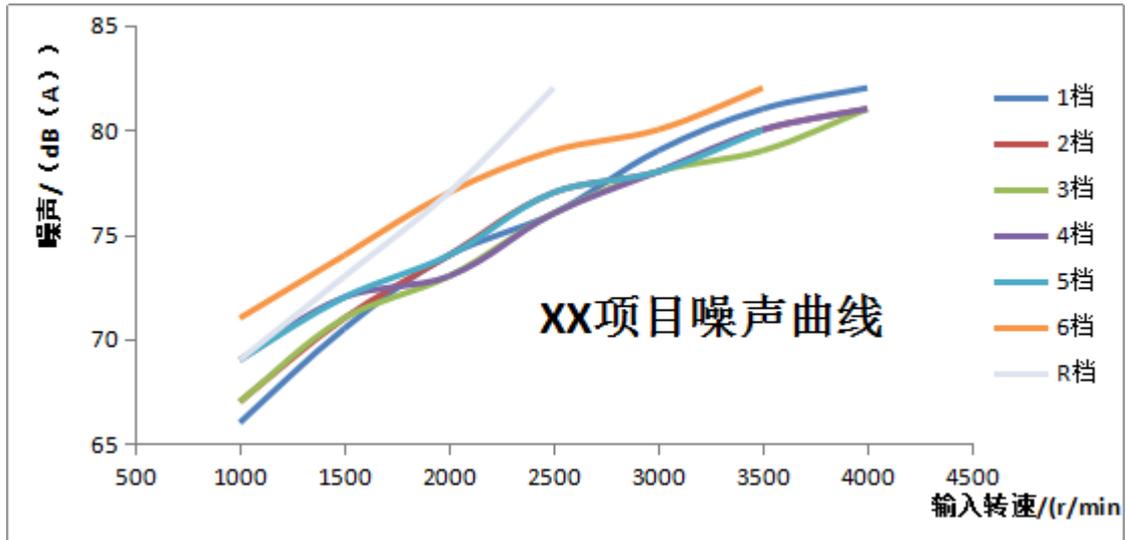


图 24 各挡噪声曲线

4.4.2.3 在消声室环境下，M<sub>1</sub>类变速器前进挡噪声声压级均小于83dB(A)，倒挡噪声声压级不大于85dB(A)，空挡噪声声压级不大于63 dB(A)，本次所测变速箱噪声试验合格。

#### 4.4.3 哈尔滨东安汽车发动机制造有限公司M<sub>1</sub>类变速器试验结果处理

试验结果见表 64。

表 64 怠速工况试验结果

挡位		测点		
		变速器左 dB (A)	变速器右 m/s <sup>2</sup>	变速器上 m/s <sup>2</sup>
1	第一台	75.91	76.72	77.82
	第二台	75.56	77.38	78.48
2	第一台	76.09	77.07	77.97
	第二台	73.55	77.71	78.50
3	第一台	76.93	78.11	79.35
	第二台	77.44	78.89	79.94
4	第一台	77.28	78.74	79.54
	第二台	78.70	79.89	80.85
5	第一台	78.22	78.92	80.26
	第二台	79.28	80.70	81.23
6	第一台	78.48	78.96	80.37
	第二台	79.94	81.27	82.15
R	第一台	69.79	70.45	69.94
	第二台	70.21	70.79	69.38

#### 4.4.4 陕西法士特汽车传动集团有限责任公司M<sub>2</sub>类、M<sub>3</sub>类和N类变速器试验结果处理

4.4.4.1 本底噪声值见表65。

表 65 本底噪声值

本底噪声	四测点噪声值 dB (A)			
	右	后	左	上
	52.3	52.6	51.7	50.4

4.4.4.2 试验数据如下：

a) 1#变速器噪声值如表66；

表 66 1#变速器噪声值

挡位	四测点噪声值 dB (A)				四点最大值 dB (A)
	右	后	左	上	
1	82.1	80.8	81.9	82.8	82.8
2	82.0	80.8	82.2	82.8	82.8
3	82.2	80.7	81.9	83.0	83.0
4	82.8	81.3	82.7	83.6	83.6
5	82.1	80.8	81.8	82.9	82.9
6	82.6	81.2	82.4	83.3	83.3
7	82.5	81.4	82.2	83.4	83.4
8	84.1	82.4	83.5	84.6	84.6
9	82.0	80.7	81.8	82.8	82.8
10	83.1	82.1	83.2	83.8	83.8
11	82.4	81.3	81.9	83.2	83.2
12	83.7	82.4	83.6	84.6	84.6
13	82.3	81.1	82.0	82.8	82.8
14	83.8	82.4	83.8	84.1	84.1
15	82.7	81.9	82.4	83.3	83.3
16	84.9	83.6	85.0	85.2	85.2
偶低空挡	81.6	80.8	82.1	82.5	82.5
偶高空挡	82.2	81.5	82.8	83.1	83.1
奇低空挡	81.8	80.6	81.7	82.4	82.4

表 66 (续)

挡位	四测点噪声值 dB (A)				四点最大值 dB (A)
	右	后	左	上	
奇高空挡	82.1	81.0	82.0	82.8	82.8
偶倒挡	79.4	79.1	80.4	80.4	80.4
奇倒挡	80.6	80.3	80.7	81.2	81.2

b) 2#变速器噪声值如表67。

表 67 2#变速器噪声值

挡位	四测点噪声值 dB (A)				四点最大值 dB (A)
	右	后	左	上	
1	79.7	80.3	78.7	79.2	80.3
2	80.0	80.2	78.4	79.3	80.2
3	80.0	80.4	79.0	80.0	80.4
4	81.4	81.5	79.6	82.2	82.2
5	80.1	80.6	79.0	79.8	80.6
6	81.3	80.9	79.1	80.4	81.3
7	80.6	81.4	79.7	80.3	81.4
8	82.7	82.3	80.4	81.9	82.7
9	80.4	81.1	79.8	80.0	81.1
10	82.4	82.8	81.5	82.2	82.8
11	81.3	81.9	80.5	81.6	81.9
12	84.1	84.8	82.8	84.6	84.8
13	81.1	82.0	80.5	80.8	82.0
14	84.0	83.8	82.4	83.1	84.0
15	81.5	82.6	80.7	81.2	82.6
16	85.6	84.9	83.4	84.0	85.6
偶低空挡	80.2	80.2	78.8	79.7	80.2
偶高空挡	82.1	83.0	81.6	82.0	83.0
奇低空挡	79.5	80.1	78.4	79.1	80.1
奇高空挡	80.4	81.3	79.8	80.1	81.3
偶倒挡	79.6	79.3	77.5	78.6	79.6
奇倒挡	77.2	79.5	77.3	77.5	79.5

c) 2台16挡变速器最大空载噪声测量结果如表68。

表 68 2台16挡变速器最大空载噪声测量结果

变速器编号	空挡和前进挡（超速挡除外） dB(A)	倒挡和超速挡 dB(A)
1#	84.6	85.2
2#	84.8	85.6

d) 2台16变速器的空载噪声中空挡和前进挡（超速挡除外）噪声值小于90dB(A)，倒挡和超速挡噪声值小于92dB(A)的限值要求，本次试验合格。

#### 4.5 试验总结分析

##### 4.5.1 M<sub>1</sub>类变速器试验总结分析

本试验按标准内5.8条规定的方法完成试验，其结果符合4.7中对M<sub>1</sub>类变速器的要求，由此可证实标准4.7中对M<sub>1</sub>类变速器噪声指标适用。

##### 4.5.2 M<sub>2</sub>类、M<sub>3</sub>类和N类变速器试验总结分析

本试验按标准中5.8条规定的方法完成试验，其结果符合4.7中对M<sub>2</sub>类、M<sub>3</sub>类和N类变速器的要求，由此可证实标准4.7中对M<sub>2</sub>类、M<sub>3</sub>类和N类变速器噪声指标适用。

### 5 变速器换挡性能试验

#### 5.1 试验目的

本试验主要考核变速器总成换挡性能，确保各挡换挡力满足要求。本试验主要考核同步器总成的换挡性能，确保各挡换挡力满足要求。本试验在同步器试验台中进行。

#### 5.2 变速器试验验证情况

##### 5.2.1 试验项目基本情况

试验项目基本情况见表69。

表 69 试验项目基本情况

变速器类型	试验名称	试验时间	试验单位	样机数量 台	实际数量 台
M <sub>1</sub> 类	六挡变速器换挡性能试验	2017.08.08~ 2017.08.09	重庆青山工业有限责任公司	3	2
	六挡变速器换挡性能试验	2017.05.15~ 2017.07.03	上海汽车变速器有限公司		
	六挡变速器总成台架换挡性能试验	3天/台	格特拉克（江西）传动系统有限公司	3	3
M <sub>2</sub> 类、M <sub>3</sub> 类和N类	6挡变速器（M <sub>3</sub> ）动态换挡性能测试	2016.03.23~ 2016.03.25	陕西法士特汽车传动集团有限责任公司	3	2

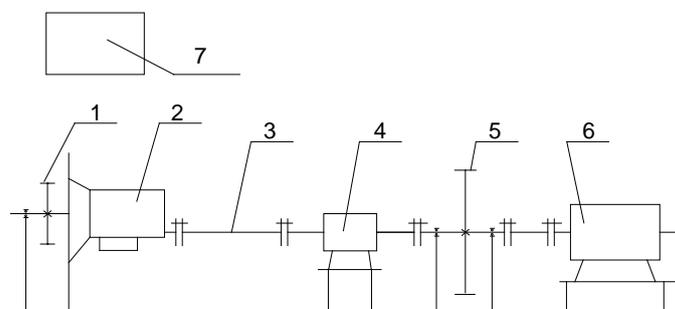
##### 5.2.2 试验环境条件

环境温度：（15~30）℃。

### 5.2.3 试验设备条件

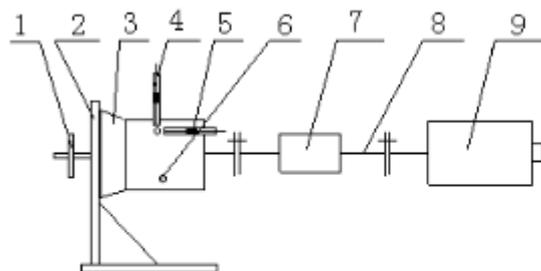
#### 5.2.3.1 示意图

M<sub>1</sub>类变速器动态换挡试验台示意图见图 25，M<sub>2</sub>类、M<sub>3</sub>类和N类变速器动态换挡试验台示意图见图 26a和静态换挡试验台示意图见图 26b。



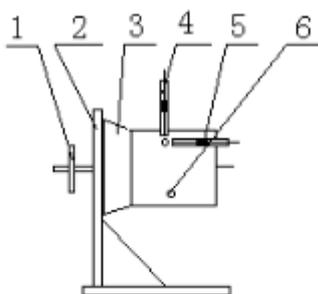
1. 同步器负载 2. 被试同步器安装的变速器 3. 传动轴 4. 扭矩仪 5. 飞轮 6. 电机 7. 换挡机构

图 25 M<sub>1</sub>类变速器动态换挡试验台结构示意图



1-离合器从动盘；2-变速器安装支架；3-被试变速器；4-选、换挡执行机构；5-力传感器；6-温度传感器；7-扭矩传感器；8-传动轴；9-驱动装置

图 26a M<sub>2</sub>类、M<sub>3</sub>类和N类变速器动态换挡试验台结构示意图



1-离合器从动盘；2-变速器安装支架；3-被测试变速器；4-选、换挡执行机构；5-力传感器；6-温度传感器

图 26b M<sub>2</sub>类、M<sub>3</sub>类和N类变速器静态换挡试验台结构示意图

#### 5.2.3.2 现场照片

5.2.3.2.1 重庆青山工业有限责任公司M<sub>1</sub>类变速器换挡试验台见图 27a，设备参数表见表

70a。

5.2.3.2.2 上海汽车变速器有限公司M<sub>1</sub>类变速器换挡试验台见图 27b，设备参数表见表 70b。

5.2.3.2.3 格特拉克（江西）传动系统有限公司M<sub>1</sub>类变速器换挡试验台见图 27c，设备参数表见表 70c。

5.2.3.2.4 陕西法士特汽车传动集团有限责任公司M<sub>2</sub>类、M<sub>3</sub>类和N类变速器换挡试验台见图 28，设备参数表见表 71。

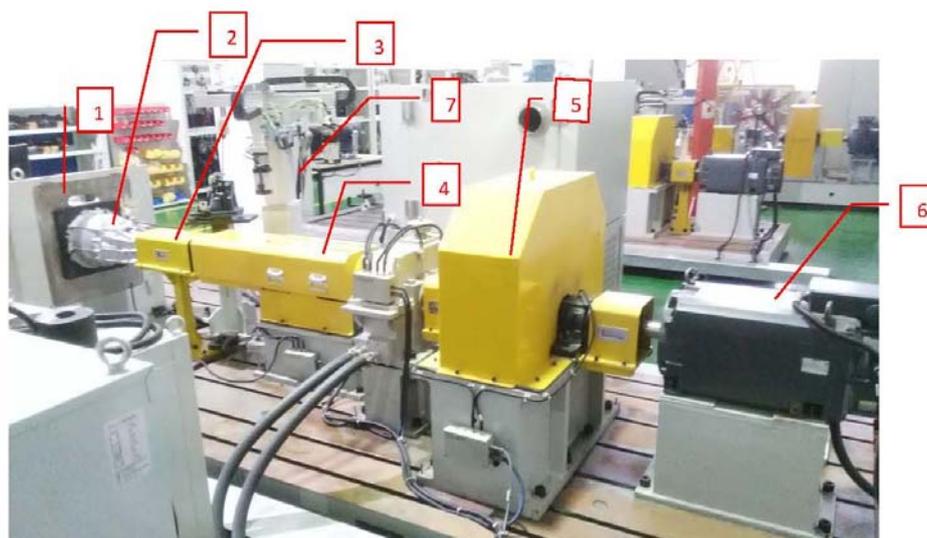


图 27a M<sub>1</sub>类变速器换挡试验台

表 70a 设备参数

序号	名称	设备规格	测量参数	测量精度	数量
1	同步器负载	被试变速器离合器从动盘	---	---	1
2	被试同步器安装的变速器	六挡变速器	---	---	1

表 70a (续)

序号	名称	设备规格	测量参数	测量精度	数量
3	传动轴	---	---	---	1
4	扭矩仪	---	扭矩	±0.2%FS	1
5	飞轮	---	---	---	1
6	电机	转速: (0~3000)r/min	---	转速: ±1r/min	1
7	换挡机构	---	---	---	1
8	升速箱	---	---	---	1



图 27b M<sub>1</sub>类变速器换挡试验台

表 70b 设备参数

序号	名称	设备规格	测量参数	测量精度	数量
1	驱动装置	转速: (0~6000) r/min 扭矩: (0~48.3) N·m	---	---	1
2	扭矩传感器	(0~200) N·m	扭矩	0.1%FS	1
3	转速传感器	(0~6000) r/min	转速	±1r/min	1
4	温度传感器	(0~150) °C	温度	±1°C	1
5	力传感器	(0~200) N	力	±0.3%FS	1
6	位移传感器	(0~150) mm	位移	±0.05%FS	1



图 27c M<sub>1</sub>类变速器换挡试验台

表 70c 传感器参数

序号	测量项目	测量范围和采集精度	采样频率 Hz
1	变速箱一轴转速	(0~10000) r/min ±0.1%F. S. ±1r/min	≥100
2	变速箱油温	(-50~150) °C ±0.3°C	≥10
3	选、换挡力	(0~200) N ±0.3%	≥100
4	变速箱输出轴速度(驱动轴速度)	(0~10000) r/min ±0.1%F. S. ±1r/min	≥100
5	选、换挡位移	(0~250) mm ±1mm	≥100



图 28 M<sub>2</sub>类、M<sub>3</sub>类和N类变速器换挡试验台

表 71 设备参数

序号	名称	设备规格	测量参数	测量精度	数量
1	离合器从动盘	0.124kgm <sup>2</sup>	---	---	1
2	变速器安装支架	---	---	---	1
3	被试变速器	6挡变速器	---	---	1
4	选、换挡执行机构	---	---	---	1
5	力传感器	1000N	换挡力	±0.1%	1
6	温度传感器	PT100 (0~200) °C	油温	±0.5°C	1
7	扭矩传感器	±3000N·m	扭矩	±0.1%	1
8	传动轴	---	---	---	2
9	驱动装置	(0~4000) r/min		±1r/min	1

### 5.3 试验步骤

### 5.3.1 重庆青山工业有限责任公司M<sub>1</sub>类变速器试验步骤

- 5.3.1.1 经检查，待试样机六挡变速器符合检测要求。
- 5.3.1.2 经检查，试验设备符合要求。
- 5.3.1.3 按规定加注润滑油，GL-4 75W-90，2.0L。
- 5.3.1.4 磨合时试验油温 $\leq 80^{\circ}\text{C}$ 。
- 5.3.1.5 换挡频率：（8~12）次循环。
- 5.3.1.6 磨合试验按表 72 条件进行。

表 72 磨合试验条件

磨合挡位	磨合输出端输入转速 r/min	磨合油温 $^{\circ}\text{C}$	换挡循环次数 循环
1→2→1	839	$\leq 80$	100
2→3→2	1450		
3→4→3	2294		
4→5→4	3095		
5→6→5	3900		
N→R→N	222		

- 5.3.1.7 磨合后更换润滑油。
- 5.3.1.8 正式试验按表 73 条件进行。

表 73 正式试验条件

挡位	输出端输入转速 r/min	试验油温 $^{\circ}\text{C}$
1→2→1	774	60~90
2→3→2	1115	
3→4→3	1624	
4→5→4	1952	
5→6→5	2460	
N→R→N	245	

### 5.3.2 上海汽车变速器有限公司M<sub>1</sub>类变速器试验步骤

- 5.3.2.1 经检查，待试样机符合标准要求。
- 5.3.2.2 经检查，试验设备符合要求。
- 5.3.2.3 待试样机在台架上按整车水平位置要求安装。
- 5.3.2.4 按规定加注润滑油，GL-4 75W-80，1.8L。
- 5.3.2.5 磨合试验按表 74 进行，油温 $\leq 80^{\circ}\text{C}$ ，磨合后换油。

表 74 磨合试验条件

挡位	变速器的输出轴输入转速（低挡位） r/min	换挡循环次数 循环
1→2→1	1214	100
2→3→2	2168	100
3→4→3	3305	100
4→5→4	4395	100
5→6→5	5300	100

5.3.2.6 正式试验条件如表 75。

表 75 正式试验条件

挡位	变速器的输出轴输入转速 r/min	换挡次数 次	挡位	变速器的输出轴输入转速 r/min	换挡次数 次
1→2	687	20	2→1	818	20
2→3	1227	20	2→1	1247	20
3→4	1870	20	4→3	1659	20
4→5	2488	20	5→4	2000	20
5→6	3000	20	6→5	2376	20

5.3.2.7 试验油温：(65±5)℃。

5.3.2.8 换挡频率：(10~14)次/分。

5.3.2.9 换挡力：设定为设计规定值。

### 5.3.3 格特拉克（江西）传动系统有限公司M<sub>1</sub>类变速器试验步骤

5.3.3.1 检查变速箱速比。

5.3.3.2 检查变速箱噪声。

5.3.3.3 检查挡位点。

5.3.3.4 检查过冲量设定。

5.3.3.5 检查安装状态。

5.3.3.6 检查试验设备符合要求。

5.3.3.7 规定加注相应变速器所用润滑油。

### 5.3.4 陕西北重汽车传动集团有限责任公司M<sub>2</sub>类、M<sub>3</sub>类和N类变速器试验步骤

#### 5.3.4.1 M<sub>2</sub>类、M<sub>3</sub>类和N类变速器动态试验步骤

5.3.4.1.1 经检查，待试样机 6 挡变速器符合标准要求。

5.3.4.1.2 经检查，试验设备符合要求。

5.3.4.1.3 润滑油：型号 GL-5 85W-90，注油量按设计要求加注至油面观察孔下沿。

5.3.4.1.4 输入轴转速为 2100 r/min。

5.3.4.1.5 换挡频率为 (8~10) 次/min。

5.3.4.1.6 变速器输出轴转速在换挡过程中的波动小于设定转速的 5%。

5.3.4.1.7 磨合试验按表 76 条件试验。

表 76 磨合试验条件

磨合挡位	磨合输出端输入转速 r/min	磨合油温 ℃	换挡循环次数 循环
1→2→1	316	≤80	100
2→3→2	544		
3→4→3	913		
4→5→4	1385		
5→6→5	2100		

5.3.4.1.8 试验按表 77 条件试验。

表 77 正式试验条件

挡位	输出端输入转速 r/min	试验油温 ℃
1→2→1	316	80±5
2→3→2	544	
3→4→3	913	
4→5→4	1385	
5→6→5	2100	

#### 5.3.4.2 M<sub>2</sub>类、M<sub>3</sub>类和N类变速器静态试验步骤

5.3.4.2.1 变速器内不加接润滑油。

5.3.4.2.2 试验温度为室温。

5.3.4.2.2 安装测力计于换挡摇臂上，并使测力方向与换挡力作用方向一致，在变速器输入轴与输出轴均静止的状态下，转动输入轴，挂入需测量挡位后，摘到空挡，在空挡和测量挡位间反复换挡 3 次。

#### 5.4 试验结果处理

##### 5.4.1 重庆青山工业有限责任公司M<sub>1</sub>类变速器试验结果处理

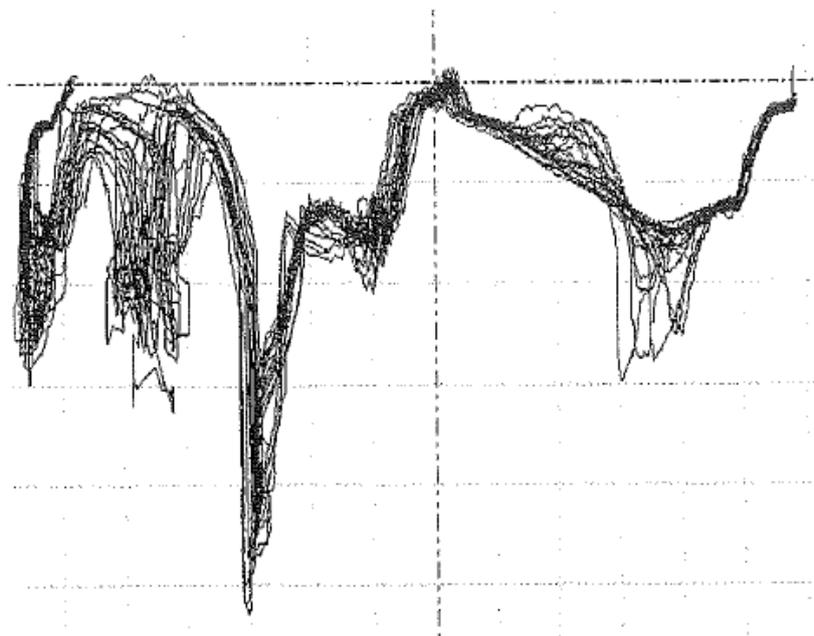
两台变速器按标准试验后，同步冲量满足标准要求，各挡位的二次冲击力的峰值不高于同步力的 70%，本次试验合格。其中一台变速器的试验数据如表 78 所示。

表 78 换挡试验数据

变速箱编号	挡位	平均同步时间 s	平均同步冲量 (手柄) N·s	最大同步力 (手柄) N	平均二次冲击力 (手柄) N	二次冲击力比 %
1#	1→2	0.065	4.7	46.5	23.4	50.3
	2→1	0.145	7.2	48.0	25.4	52.9
	2→3	0.062	5.4	53.6	25.1	46.8
	3→2	0.110	3.9	39.0	14.5	37.1
	3→4	0.052	5.0	49.8	12.5	25.1
	4→3	0.062	5.1	51.4	15.6	30.4
	4→5	0.051	2.3	23.1	11.5	49.7
	5→4	0.058	1.9	19.3	9.1	47.1
	5→6	0.044	1.5	27.3	13.5	49.4
	6→5	0.058	2.3	23.4	9.7	41.4
N-R	0.065	5.1	34.0	17.6	51.8	

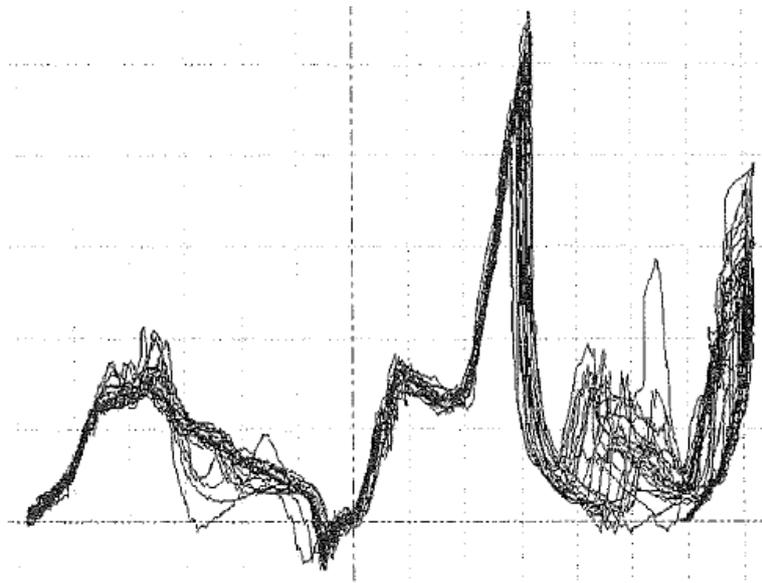
5.4.2 上海汽车变速器有限公司M<sub>1</sub>类变速器试验结果处理

5.4.2.1 其中一台变速器的具体试验数据见图 29a~图 29j。



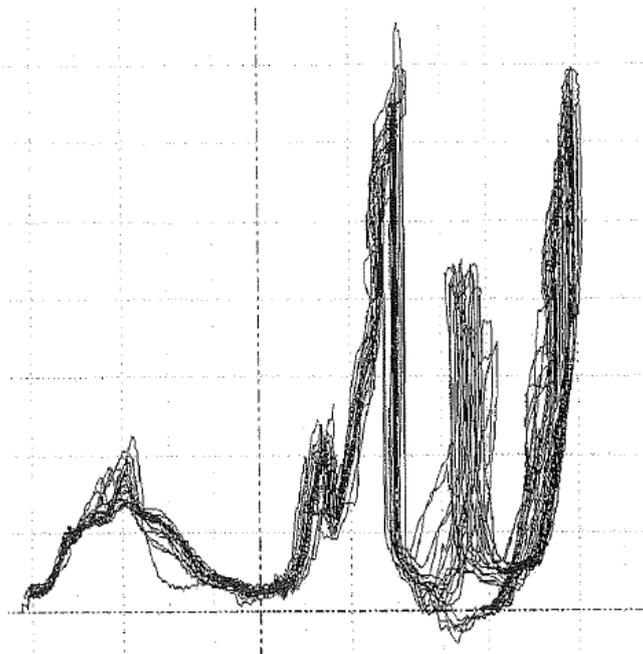
档位	平均同步 时间 s	平均同步 冲量 Ns	最大同步 力 N	平均同步 力 N	平均二次 冲击力 N	二次冲击 力比 %
1-2	0.059	3.1	-52.6	-48.6	-23.4	48.1

图 29a 1→2 挡试验数据



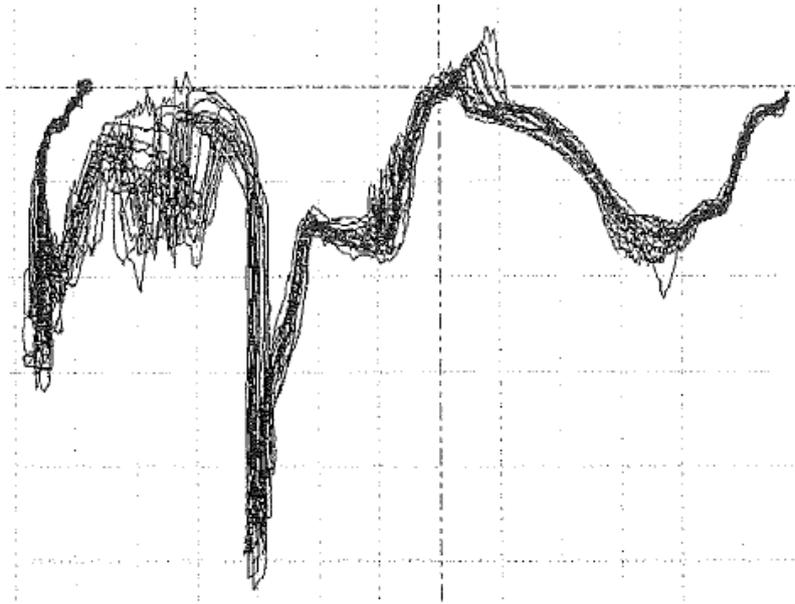
档位	平均同步时间 s	平均同步冲量 Ns	最大同步力 N	平均同步力 N	平均二次冲击力 N	二次冲击力比 %
2-1	0.251	13.8	55.6	50.1	18.6	37.1

图 29b 2→1 挡试验数据



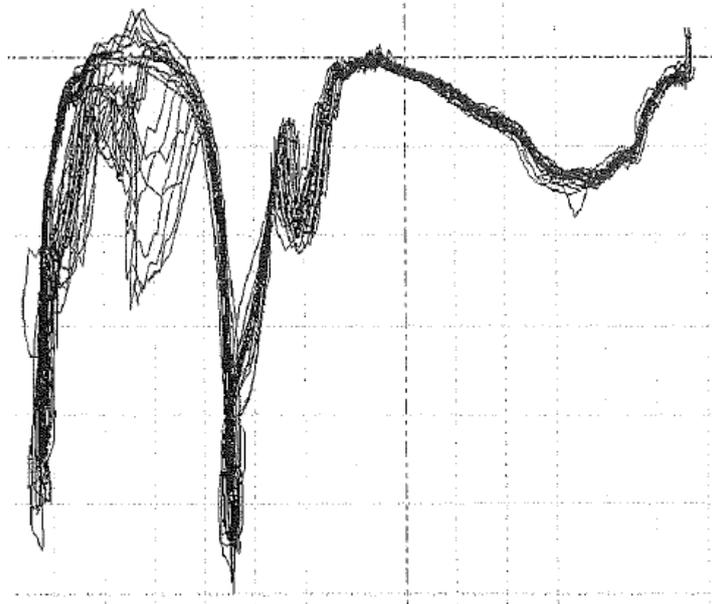
档位	平均同步时间 s	平均同步冲量 Ns	最大同步力 N	平均同步力 N	平均二次冲击力 N	二次冲击力比 %
2-3	0.065	3.2	75.5	68.4	38.1	49.8

图 29c 2→3 挡试验数据



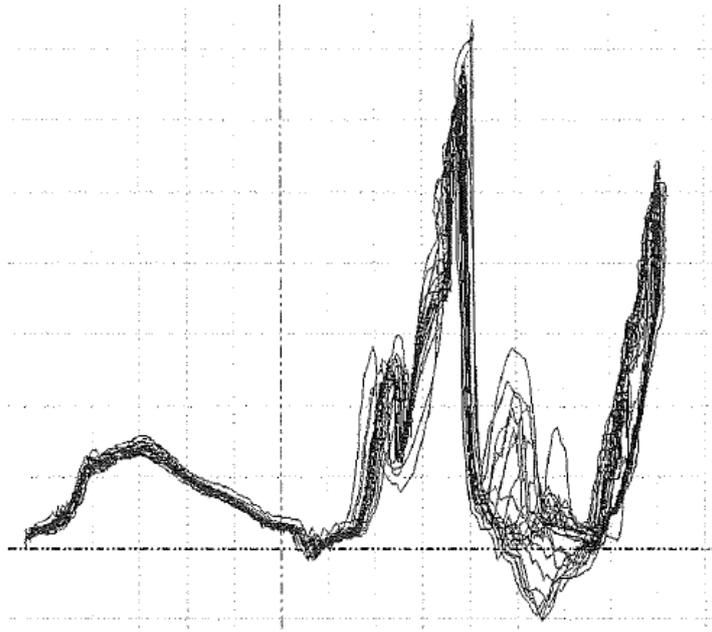
档位	平均同步 时间 s	平均同步 冲量 Ns	最大同步 力 N	平均同步 力 N	平均二次 冲击力 N	二次冲击 力比 %
3-2	0.120	4.0	-52.1	-49.5	-15.6	31.5

图 29d 3→2 挡试验数据



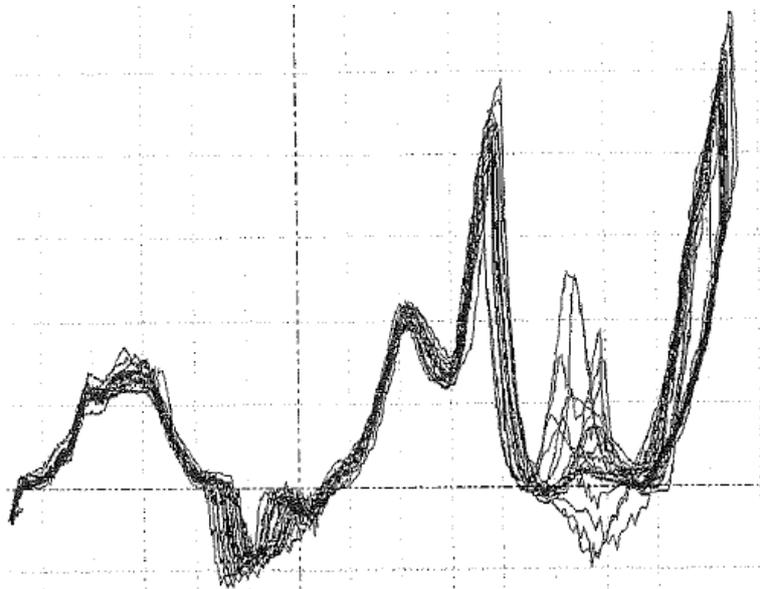
档位	平均同步 时间 s	平均同步 冲量 Ns	最大同步 力 N	平均同步 力 N	平均二次 冲击力 N	二次冲击 力比 %
3-4	0.042	1.7	-60.1	-55.9	-11.1	17.9

图 29e 3→4 挡试验数据



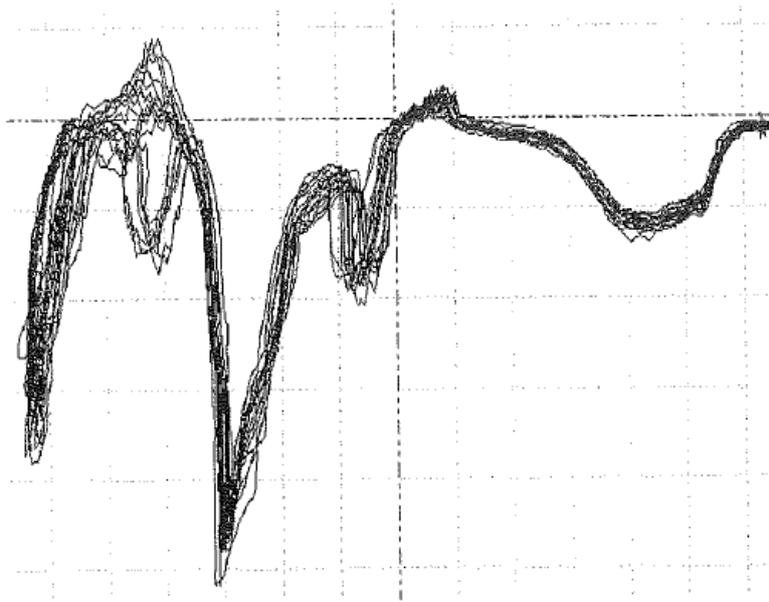
档位	平均同步时间 s	平均同步冲量 Ns	最大同步力 N	平均同步力 N	平均二次冲击力 N	二次冲击力比 %
4-3	0.069	3.3	73.1	67.4	14.3	21.2

图 29f 4→3 挡试验数据



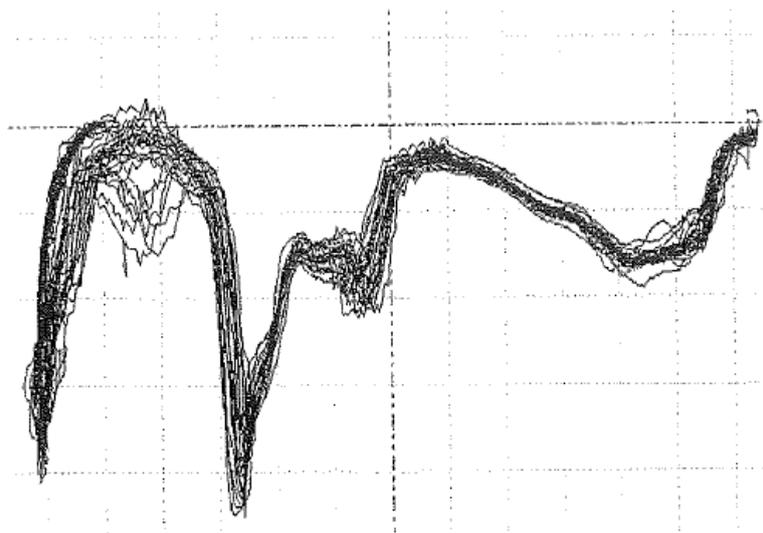
档位	平均同步时间 s	平均同步冲量 Ns	最大同步力 N	平均同步力 N	平均二次冲击力 N	二次冲击力比 %
4-5	0.047	1.6	49.7	47.5	18.5	38.9

图 29g 4→5 挡试验数据



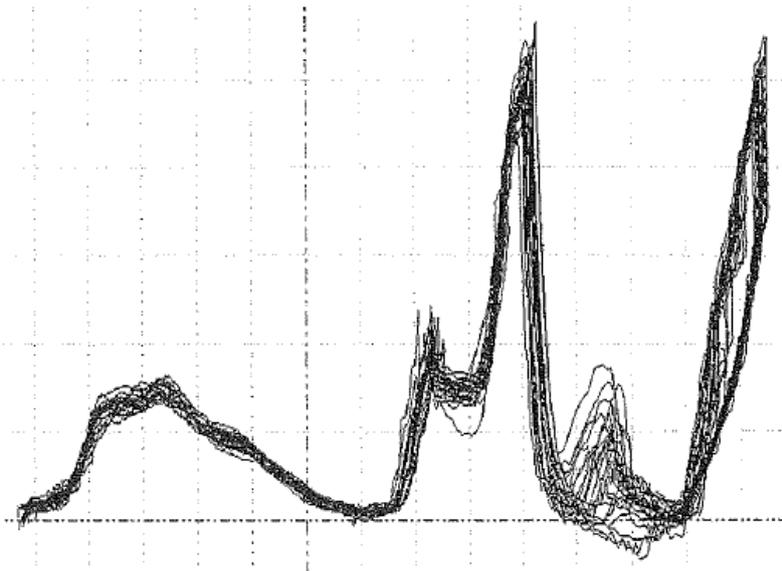
档位	平均同步时间 s	平均同步冲量 Ns	最大同步力 N	平均同步力 N	平均二次冲击力 N	二次冲击力比 %
5-4	0.068	2.6	-51.6	-48.2	-11.1	23.0

图 29h 5→4 挡试验数据



档位	平均同步时间 s	平均同步冲量 Ns	最大同步力 N	平均同步力 N	平均二次冲击力 N	二次冲击力比 %
5-6	0.048	1.5	-45.6	-44.1	-13.1	29.7

图 29i 5→6 挡试验数据



档位	平均同步 时间 s	平均同步 冲量 Ns	最大同步 力 N	平均同步 力 N	平均二次 冲击力 N	二次冲击 力比 %
6-5	0.058	2.5	57.4	50.1	9.7	19.4

图 29j 6→5 挡试验数据

5.4.2.2 1 台六挡变速器完成上述试验后，前进挡同步冲量符合 2 挡降 1 挡小于  $200\text{N}\cdot\text{s}$ ，其它小于  $100\text{N}\cdot\text{s}$  的要求，二次冲击力峰值低于同步力的 70% 的标准要求。本次试验合格。

#### 5.4.3 格特拉克（江西）传动系统有限公司 $M_1$ 类变速器试验结果处理

试验结果见表 79。

表 79 试验数据

参数	总冲量 $\text{N}\cdot\text{s}$		二次冲击冲量 $\text{N}\cdot\text{s}$		二次冲击力比		换挡行程 mm	
	1-2	2-3	1-2	2-3	1-2	2-3	N-R	N-1
变速器箱号 1	18.4	14.3	3.5	0	0.8	0	21.8	22.5
变速器箱号 2	18.8	12.8	3.8	0	0.9	0	21.9	22.5

#### 5.4.4 陕西法士特汽车传动集团有限责任公司 $M_2$ 类、 $M_3$ 类和 N 类变速器试验结果处理

##### 5.4.4.1 $M_2$ 类、 $M_3$ 类和 N 类变速器动态试验结果处理

5.4.4.1.1 同步器性能测试试验数据见表 80。

表80 同步器性能测试试验数据

变速箱 编号	挡位	同步时间 s	换挡时间 s	平均同步力 N	最大同步力 N	同步冲量 N·s	二次最大力 N
1#	1→2	0.304	0.660	1395.5	1813.0	436.87	815.6
	2→1	1.049	1.552	1112.9	1200.6	1209.15	32.4
	2→3	0.299	0.764	988.3	1267.8	308.22	220.2
	3→2	0.602	1.092	1103.6	1213.0	687.32	398.6
	3→4	0.302	0.982	526.5	621.2	162.15	356.9
	4→3	0.599	1.254	699.7	784.0	435.26	180.5
	4→5	0.505	0.942	742.2	847.0	396.48	154.7
	5→4	0.554	1.174	525.3	629.6	308.15	264.0
	5→6	0.304	0.934	611.5	679.8	195.68	183.4
	6→5	0.599	1.040	788.0	888.6	504.86	358.9
2#	1→2	0.303	0.573	1491.2	1696.0	452.45	930.1
	2→1	1.007	1.414	1143.6	1198.9	1151.29	46.8
	2→3	0.303	0.694	1060.3	1175.5	321.72	218.3
	3→2	0.604	0.943	988.2	1078.3	596.70	374.2
	3→4	0.293	0.871	462.9	558.8	135.45	367.8
	4→3	0.599	1.194	754.3	820.2	452.13	189.1
	4→5	0.502	0.959	859.2	943.4	431.13	158.2
	5→4	0.556	1.058	427.1	573.0	237.62	268.6
	5→6	0.300	0.728	545.2	707.0	164.18	192.7
		6→5	0.598	1.040	875.8	968.5	523.91
注 1：力值为内拨头处的数值；							
注 2：以上数据均为采集的 5 组数据平均值。							

5.4.4.1.2 同步器性能测试试验曲线见图 30a~图 30j。编号为 1#、2#的 6 挡变速器同步器换挡性能曲线类似，且同一挡位换挡曲线一致性较好，现以编号为 1#的 6 挡变速器同步器换挡曲线为例。

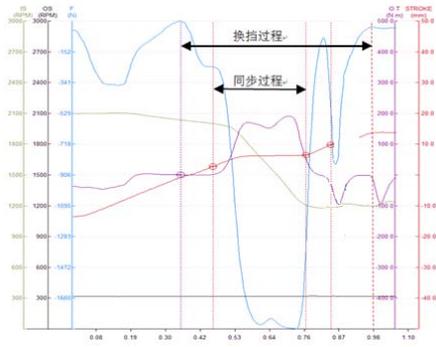


图 30a 变速器 1→2 挡曲线

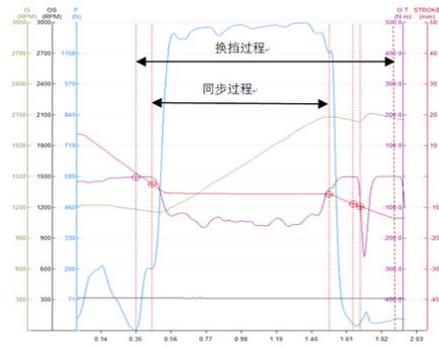


图 30b 变速器 2→1 挡曲线

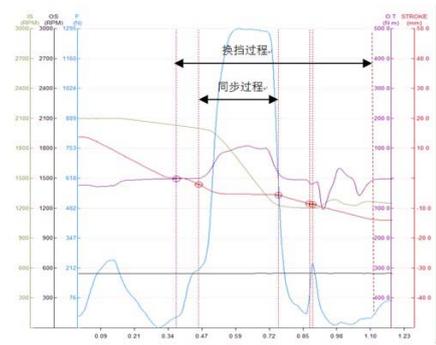


图30c 变速器2→3挡曲线

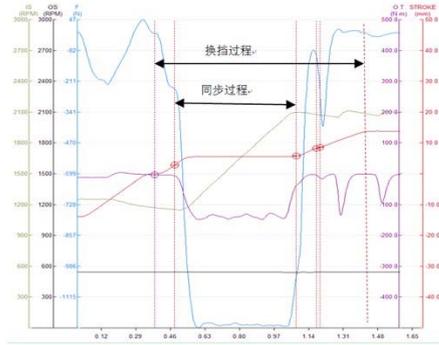


图30d 变速器3→2挡曲线

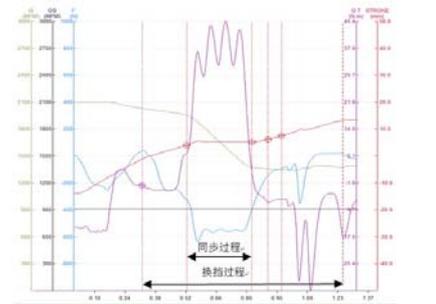


图30e 变速器3→4挡曲线

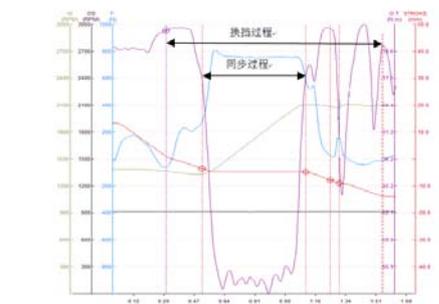


图30f 变速器4→3挡曲线

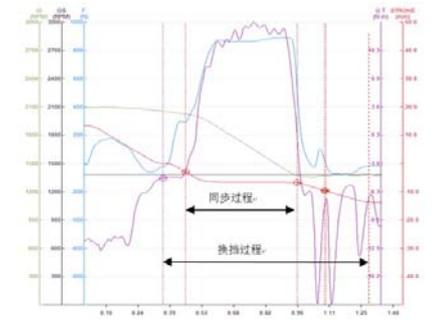


图 30g 变速器 4→5 挡曲线

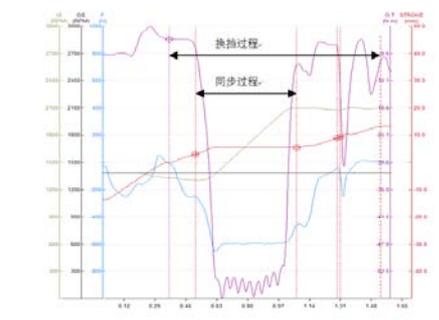


图 30h 变速器 5→4 挡曲线

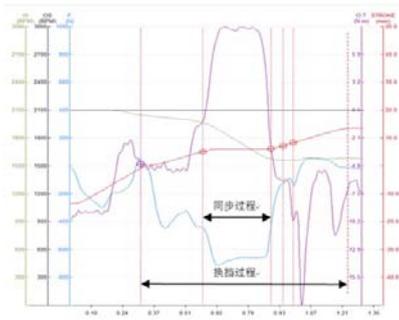


图 30i 变速器 5→6 挡曲线

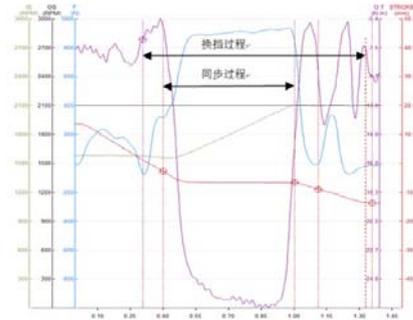


图 30j 变速器 6→5 挡曲线

5.4.4.1.3 试验结论：2 台 6 变速器的冲量值从 2 挡换 1 挡不大于  $1300\text{N} \cdot \text{s}$ ，其余各挡位的同步冲量均不大于  $700\text{N} \cdot \text{s}$  的限值要求，本次试验合格。

#### 5.4.4.2 $M_2$ 类、 $M_3$ 类和N类变速器静态试验结果处理

5.4.4.2.1 同步器静态换挡试验数据见下表 81。

表 81 同步器静态换挡试验数

变速器编号	挡位	最大挂挡力 N	最大摘挡力 N
1#	1	359.1	271.9
	2	332.1	291.0
	3	353.8	270.5
	4	400.0	291.1
	5	472.1	341.8
	6	447.6	377.3
	R	433.6	372.6
2#	1	343.3	325.0
	2	353.3	293.9
	3	367.8	302.4
	4	364.1	320.8
	5	456.8	331.4
	6	455.1	346.5
	R	382.2	381.5

注 1：以上数据均为 3 次测量数据的平均值；  
注 2：以上数据均换算到内拨头处。

5.4.4.2.2 同步器静态换挡试验曲线见下表图 31a~图 31g。

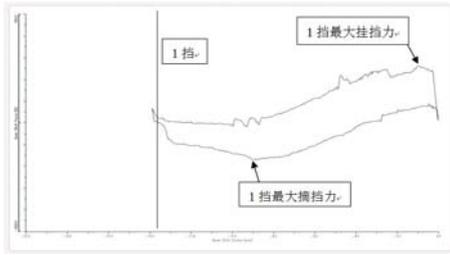


图 31a 1 挡挂挡摘挡过程曲线

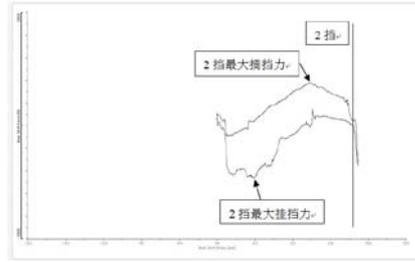


图 31b 2 挡挂挡摘挡过程曲线

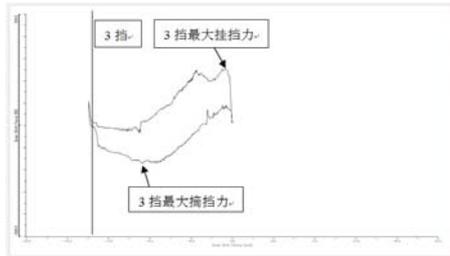


图 31c 3 挡挂挡摘挡过程曲线

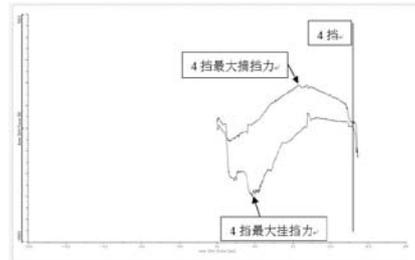


图 31d 4 挡挂挡摘挡过程曲线

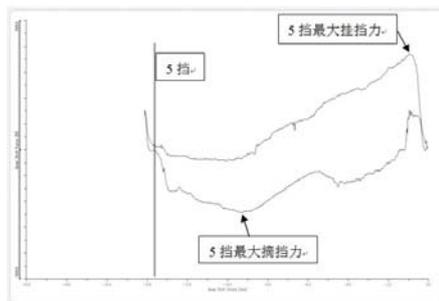


图 31e 5 挡挂挡摘挡过程曲线

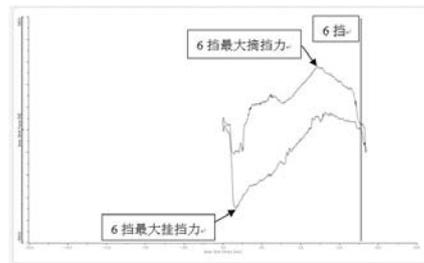


图 31f 6 挡挂挡摘挡过程曲线

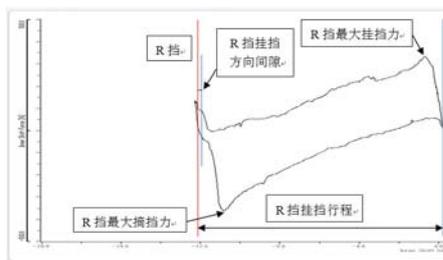


图 31g 倒挡挂挡摘挡过程曲线

5.4.4.2.3 试验结论：2台6变速器的静态挂挡力不大于500N，静态摘挡力不大于400N的限值要求，本次试验合格。

## 5.5 试验总结分析

### 5.5.1 M<sub>1</sub>类变速器试验总结分析

本试验按标准内5.9条规定的方法完成试验，其结果符合4.8中对M<sub>1</sub>类变速器的要求，由此可证实标准4.8中对M<sub>1</sub>类变速器动态换挡性能指标适用。

### 5.5.2 M<sub>2</sub>类、M<sub>3</sub>类和N类变速器试验总结分析。

本试验按标准中 5.9 条规定的方法完成试验，其结果符合 4.8 中对M<sub>2</sub>类、M<sub>3</sub>类和N类变速器的要求，由此可证实标准 4.8 中对M<sub>2</sub>类、M<sub>3</sub>类和N类变速器的动态换挡性能指标和静态换、摘力指标适用。

## 6 变速器动态密封试验

### 6.1 试验目的

本试验主要测试变速器总成动态密封性能，试验过程中变速器没有“滴”状渗油发生，本试验在密封性能试验台上进行。

### 6.2 变速器试验验证情况

#### 6.2.1 试验项目基本情况

试验项目基本情况见表 82。

表 82 试验项目基本情况

变速器类型	试验名称	试验时间	试验单位	样机数量台	实际数量台
M <sub>1</sub> 类	五挡变速器动态密封试验	2017.05.11~ 2017.05.29	重庆青山工业有限责任公司	3	2
	六挡变速器动态密封性能试验	2017.06.27~ 2017.07.02	上海汽车变速器有限公司		
M <sub>2</sub> 类、 M <sub>3</sub> 类和 N类	16 挡全铝合金变速器动态密封试验	2017.03.06~ 2017.03.10	陕西法士特汽车传动集团有限责任公司		

#### 6.2.2 试验环境条件

环境温度：（10~30）℃。

#### 6.2.3 试验设备条件

##### 6.2.3.1 示意图

M<sub>1</sub>类变速器动态密封试验台示意图见图 32，M<sub>2</sub>类、M<sub>3</sub>类和N类变速器动态密封试验台示意图见图 33。

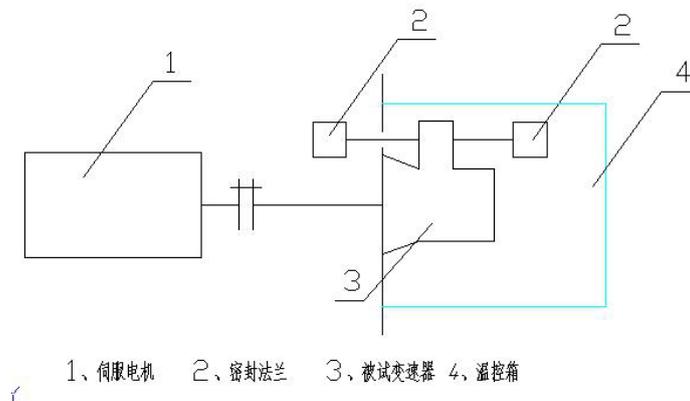


图 32 M<sub>1</sub>类变速器动态密封试验台结构示意图

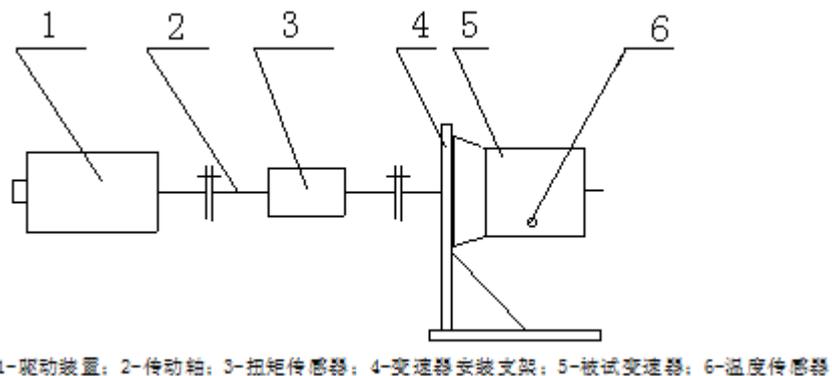


图 33 M<sub>2</sub>类、M<sub>3</sub>类和N类变速器动态密封试验台结构示意图

### 6.2.3.2 现场照片

6.2.3.2.1 重庆青山工业有限责任公司M<sub>1</sub>类变速器动态密封试验台见图 34a，设备参数表见表 83a。

6.2.3.2.2 上海汽车变速器有限公司M<sub>1</sub>类变速器动态密封试验台见图 34b，设备参数表见表 83b。

6.2.3.2.3 陕西法士特汽车传动集团有限责任公司M<sub>2</sub>类、M<sub>3</sub>类和N类变速器动态密封试验台见图 35，设备参数表见表 84。

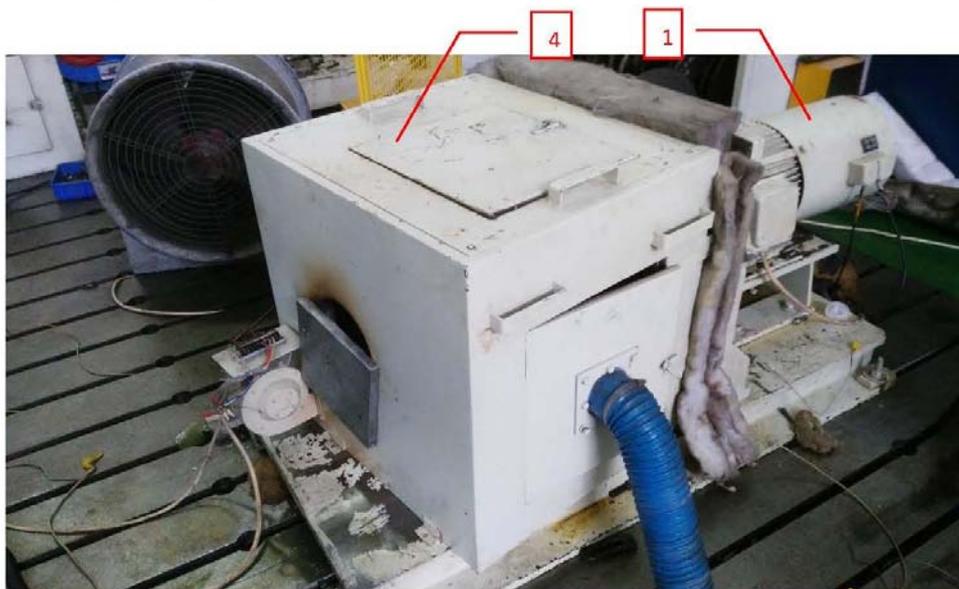


图 34a M<sub>1</sub>类变速器动态密封试验台

表 83a 设备参数

序号	名称	设备规格	测量参数	测量精度	数量
1	伺服电机	转速：(0~6000)r/min	—	转速：±1r/min	1
2	密封法兰	—	—	—	2
3	被试变速器	五挡变速器	—	—	1
4	温控箱	—	—	—	1



图 34b M<sub>1</sub>类变速器动态密封试验台

表 83b 设备参数

序号	名称	设备规格	测量参数	测量精度	数量
1	驱动装置	转速: (0~6000) r/min 扭矩: (0~300) N·m	---	---	1
2	扭矩传感器	500N·m	扭矩	0.2%FS	1
3	扭矩传感器	3000N·m	扭矩	0.2%FS	2
4	转速传感器	±8000r/min	转速	±2r/min	1
5	转速传感器	±3000r/min	转速	±2r/min	2
6	温度传感器	(0~200) °C	温度	±0.5°C	1



图 35 M<sub>2</sub>类、M<sub>3</sub>类和N类变速器动态密封试验台

表 84 设备参数

序号	名称	设备规格	测量参数	测量精度	数量
1	驱动装置	转速：(0~4000) r/min	——	转速：±1r/min	1
2	传动轴	——	——	——	2
3	扭矩传感器	(0~3200) N·m	扭矩	±0.1%	1
4	变速器安装支架	——	——	——	1
5	被试变速器	16 挡变速器	——	——	1
6	温度传感器	PT100 (0~200) °C	油温	±0.5°C	1

### 6.3 试验步骤

#### 6.3.1 重庆青山工业有限责任公司M<sub>1</sub>类变速器试验步骤

- 6.3.1.1 经检查，待试样机五挡变速器符合检测要求。
- 6.3.1.2 经检查，试验设备符合要求。
- 6.3.1.3 待试样机在台架上按整车水平位置要求安装。
- 6.3.1.4 按规定加注润滑油，GL-4 75W-90，2.0L。
- 6.3.1.5 变速器输入轴的旋转方向和车辆前进时的旋转方向一致。
- 6.3.1.6 正式试验按表 85 条件进行 5 个循环试验。

表 85 正式试验条件

试验阶段	挡位	试验油温 °C	输入转速 r/min	每循环试验时间 h
1	最高挡	90±5	6000	13
2	倒挡	90±5	3000	0.42
3	最高挡	140±5	6000	5
4	倒挡	140±5	3000	0.17
5	冷却阶段		0	3.5

#### 6.3.2 上海汽车变速器有限公司M<sub>1</sub>类变速器试验步骤

- 6.3.2.1 经检查，待试样机符合标准要求。
- 6.3.2.2 经检查，试验设备符合要求。
- 6.3.2.3 待试样机在台架上按整车水平位置要求安装。
- 6.3.2.4 按规定加注润滑油，GL-4 75W-80，2.2L。
- 6.3.2.5 正式试验按表 86 执行。

表 86 正式试验条件

试验阶段	挡位	油温 ℃	输入转速 r/min	每循环挡位时间 min	循环次数
1	6	90±5	5400	780	5
2	R	90±5	2900	25	5
3	6	120±5	5400	300	5
4	R	120±5	2900	10	5
5	冷却			210	5

### 6.3.3 陕西法士特汽车传动集团有限责任公司M<sub>2</sub>类、M<sub>3</sub>类和N类变速器试验步骤

- 6.3.3.1 经检查，待试样机 16 挡变速器符合测试要求。
- 6.3.3.2 经检查，试验设备符合要求。
- 6.3.3.3 待试样机在台架上按整车水平位置要求安装。
- 6.3.3.4 润滑油：型号 GL-5 85W-90，注油量按设计要求加注至油面观察孔下沿。
- 6.3.3.5 变速器输入轴的旋转方向和车辆前进时的旋转方向一致。
- 6.3.3.6 启动变速器试验台，使变速器输入转速达到表 87 规定的转速，试验油温达到表 87 规定温度后开始计算试验时间，按表 87 所规定的顺序和条件完成 5 个循环。

表 87 正式试验条件

试验阶段	挡位	试验油温 ℃	输入转速 r/min	每循环试验时间 h
1	最高挡	90±5	2100	13
2	倒挡	90±5	1050	0.42
3	最高挡	120±5	2100	5
4	倒挡	120±5	1050	0.17
5	冷却阶段		0	3.5

## 6.4 试验结果处理

### 6.4.1 重庆青山工业有限责任公司M<sub>1</sub>类变速器试验结果处理

2 台变速器在试验过程中变速器没有“滴”状渗油发生，本次试验合格。拆检后其中一台如图 36 所示。



图 36 拆检后照片

#### 6.4.2 上海汽车变速器有限公司M<sub>1</sub>类变速器试验结果处理

2台六挡变速器完成上述试验，试验过程中变速器总成没有“滴”状渗油发生，本次试验合格。

#### 6.4.3 陕西法士特汽车传动集团有限责任公司M<sub>2</sub>类、M<sub>3</sub>类和N类变速器试验结果处理

2台16变速器在试验过程中变速器没有“滴”状渗油发生，本次试验合格。

### 6.5 试验总结分析

#### 6.5.1 M<sub>1</sub>类变速器试验总结分析

本试验按标准内 5.10 条规定的方法完成试验，其结果符合 4.9 中对M<sub>1</sub>类变速器的要求，由此可证实标准 4.9 中对M<sub>1</sub>类变速器动态换挡性能指标适用。

#### 6.5.2 M<sub>2</sub>类、M<sub>3</sub>类和N类变速器试验总结分析。

本试验按标准中 5.10 条规定的方法完成试验，其结果符合 4.9 中对M<sub>2</sub>类、M<sub>3</sub>类和N类变速器的要求，由此可证实标准 4.9 中对M<sub>2</sub>类、M<sub>3</sub>类和N类变速器的动态密封性能指标适用。

## 7 变速器温升试验

### 7.1 试验目的

本试验主要测试变速器温升性能，要求试验过程中变速器油温不高于变速器设计最高许用油温，且温度-时间曲线应平滑无突变。本试验在温升性能试验台中进行。

### 7.2 变速器试验验证情况

#### 7.2.1 试验项目基本情况

试验项目基本情况见表 88。

表 88 试验项目基本情况

变速器类型	试验名称	试验时间	试验单位	样机数量台	实际数量台
M <sub>1</sub> 类	五挡变速器温升性能试验	2017.05.04~ 2017.05.08	重庆青山工业有限责任公司	3	2
	五挡变速器总成温升试验	2017.08.14~ 2017.08.18	上海汽车变速器有限公司		
M <sub>2</sub> 类、 M <sub>3</sub> 类和 N类	12挡全铝合金变速器温升试验	2017.03.13~ 2017.03.15	陕西法士特汽车传动集团有限责任公司		

### 7.2.2 试验环境条件

环境温度：（10~30）℃。

### 7.2.3 试验设备条件

#### 7.2.3.1 示意图

M<sub>1</sub>类变速器温升试验台示意图见图 37，M<sub>2</sub>类、M<sub>3</sub>类和N类变速器温升试验台示意图见图 38。

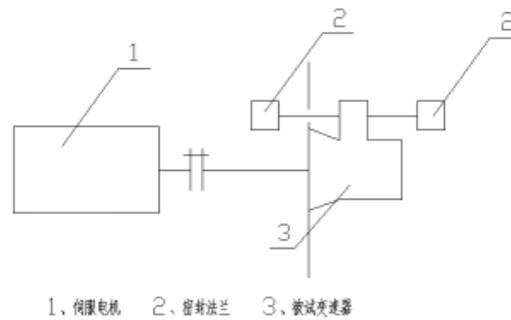


图 37 M<sub>1</sub>类变速器温升试验台结构示意图

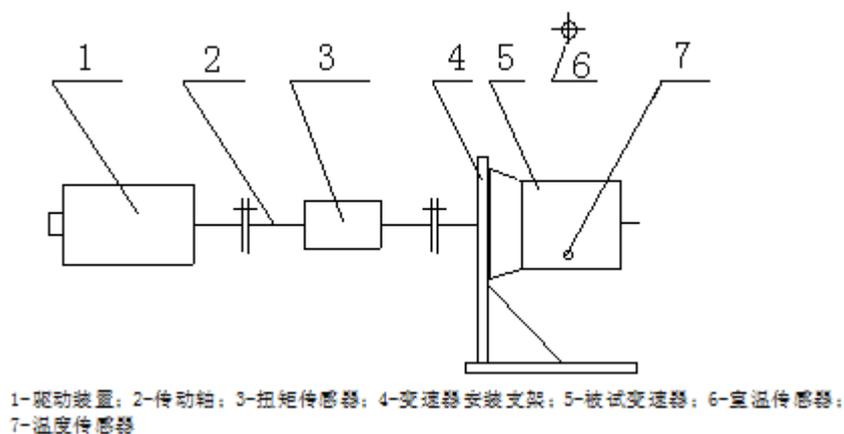


图 38 M<sub>2</sub>类、M<sub>3</sub>类和N类变速器温升试验台结构示意图

#### 7.2.3.2 现场照片

7.2.3.2.1 重庆青山工业有限责任公司M<sub>1</sub>类变速器温升试验台见图 39a，设备参数表见表

89a。

7.2.3.2.2 上海汽车变速器有限公司M<sub>1</sub>类变速器温升试验台见图 39b，设备参数表见表 89b。

7.2.3.2.3 陕西法士特汽车传动集团有限责任公司M<sub>2</sub>类、M<sub>3</sub>类和N类变速器温升试验台见图 40，设备参数表见表 90。

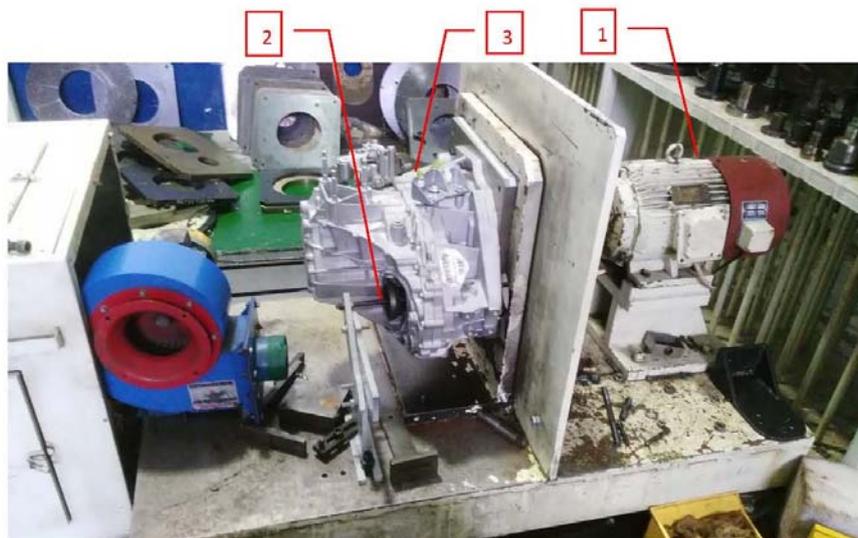


图 39a M<sub>1</sub>类变速器温升试验台

表 89a 设备参数

序号	名称	设备规格	测量参数	测量精度	数量
1	伺服电机	转速：(0~6000)r/min	——	转速：±1r/min	1
2	密封法兰	——	——	——	2
3	被试变速器	五挡变速器	——	——	1



图 39b M<sub>1</sub>类变速器温升试验台

表 89b 设备参数

序号	名称	设备规格	测量参数	测量精度	数量
1	驱动装置	转速：(0~6000) r/min 扭矩：(0~300) N·m	——	——	1
2	扭矩传感器	500N·m	扭矩	0.2%FS	1
3	扭矩传感器	3000N·m	扭矩	0.2%FS	2
4	转速传感器	±8000r/min	转速	±2r/min	1
5	转速传感器	±3000r/min	转速	±2r/min	2
6	温度传感器	(0~200) °C	温度	±0.5°C	1



图 40 M<sub>2</sub>类、M<sub>3</sub>类和N类变速器温升试验台

表 90 设备参数

序号	名称	设备规格	测量参数	测量精度	数量
1	驱动装置	转速：(0~4000) r/min	——	转速：±1r/min	1
2	传动轴	——	——	——	2
3	扭矩传感器	(0~3200) N·m	扭矩	±0.1%	1
4	变速器安装支架	——	——	——	1
5	被试变速器	12 挡变速器	——	——	1
6	室温传感器	PT100 (0~150) °C	油温	±0.5°C	1
7	温度传感器	PT100 (0~200) °C	油温	±0.5°C	1

### 7.3 试验步骤

### 7.3.1 重庆青山工业有限责任公司M<sub>1</sub>类变速器试验步骤

- 7.3.1.1 经检查，待试样机五挡变速器符合检测要求。
- 7.3.1.2 经检查，试验设备符合要求。
- 7.3.1.3 待试样机在台架上按整车水平位置要求安装。
- 7.3.1.4 环境温度保持为（10~30）℃。油温低于 30℃开始试验。
- 7.3.1.5 按规定加注润滑油，GL-4 75W-90 1.8L。
- 7.3.1.6 变速器在没有负载的情况下，挂上试验挡位，输入转速 6000r/min 进行试验。
- 7.3.1.7 每挡试验时间最长 6h，如果提前到达某个温度并保持 30min 不变（油温上下波动不超过 0.5℃），应结束试验。如果试验时间超过 6h 油温还未饱和，应结束试验。如果油温超过变速器设计最高许用温度，应提前停止试验。

### 7.3.2 上海汽车变速器有限公司M<sub>1</sub>类变速器试验步骤

- 7.3.2.1 经检查，待试样机符合标准要求。
- 7.3.2.2 经检查，试验设备符合要求。
- 7.3.2.3 待试样机在台架上按整车水平位置要求安装。
- 7.3.2.4 按规定加注润滑油，GL-4 75W-90，（1.9±0.1）L。
- 7.3.2.5 待变速器内部油温同环境温度差值小于 2℃，各挡位以表 91 的试验工况进行试验，试验无负载。

表 91 试验工况

挡位	1 挡	2 挡	3 挡	4 挡	5 挡	R
输入转速 (±20r/min)	5800	5800	5800	5800	5800	5800
时间 min	360	360	300	300	300	300

- 7.3.2.6 每挡试验时间最长 6h，如果提前到达某个温度并保持 30min 不变（油温上下波动不超过 0.5℃），应结束试验。如果试验时间超过 6h 油温还未饱和，应结束试验。如果油温超过变速器设计最高许用温度，应提前停止试验。

- 7.3.2.7 连续记录变速器油温随时间变化的曲线。

### 7.3.3 陕西法士特汽车传动集团有限责任公司M<sub>2</sub>类、M<sub>3</sub>类和N类变速器试验步骤

- 7.3.3.1 经检查，待试样机 12 挡变速器符合测试要求。
- 7.3.3.2 经检查，试验设备符合要求。
- 7.3.3.3 润滑油：型号 GL-5 85W-90，注油量按设计要求加注至油面观察孔下沿。
- 7.3.3.4 环境温度保持为（10~30）℃。油温低于 30℃开始试验。
- 7.3.3.5 在整个试验过程中输入转速 2100±5r/min。
- 7.3.3.6 变速器在没有负载的情况下，挂变速器最高挡。
- 7.3.3.7 变速器最高许用温度为 149℃。
- 7.3.3.8 每挡试验时间最长 6h，如果提前到达某个温度并保持 30min 不变（油温上下波动不超过 0.5℃），应结束试验。如果试验时间超过 6h 油温还未饱和，应结束试验。如果油温超过变速器设计最高许用温度，应提前停止试验。

## 7.4 试验结果处理

### 7.4.1 重庆青山工业有限责任公司M<sub>1</sub>类变速器试验结果处理

2 台变速器在试验过程中变速器油温均未高于变速器最高许用温度，且温度-时间曲线平滑无突变，试验合格。其中一台变速器的试验数据如表 92、图 41a~图 41e 所示：

表 92 试验数据

加油量 L	输入转速 r/min	挡位	稳定温度 ℃	温度和时间曲线
1.8	6000	1	60.6	温度和时间曲线无 突变
	6000	2	64.1	
	6000	3	76.1	
	6000	4	90.8	
	6000	5	103.9	

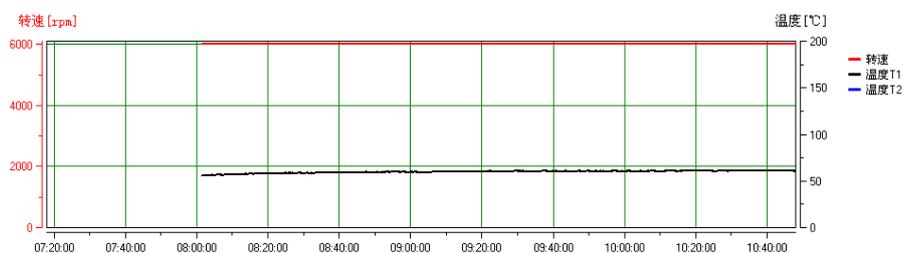


图 41a MF515G53-1st-1.8L

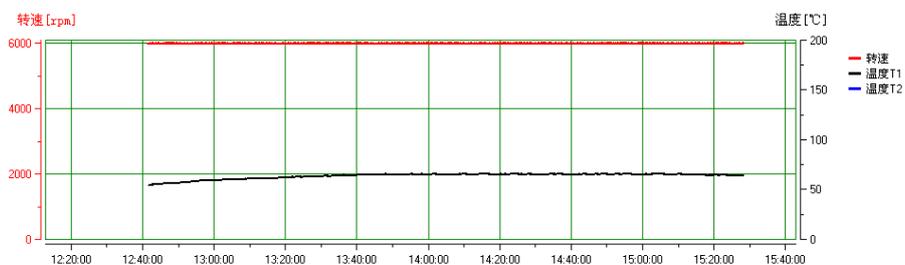


图 41b MF515G53-2nd-1.8L

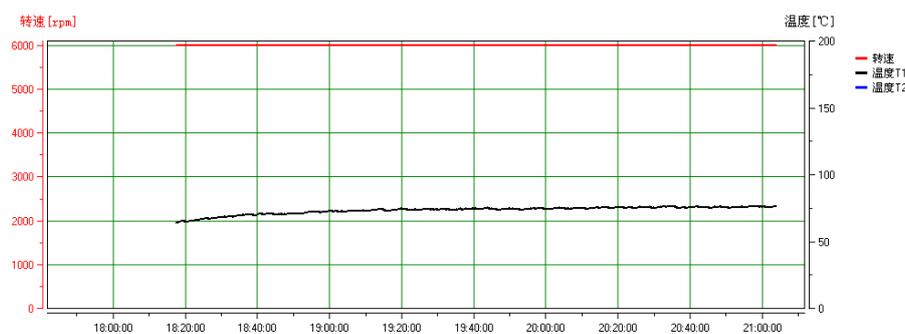


图 41c MF515G53-3rd-1.8L

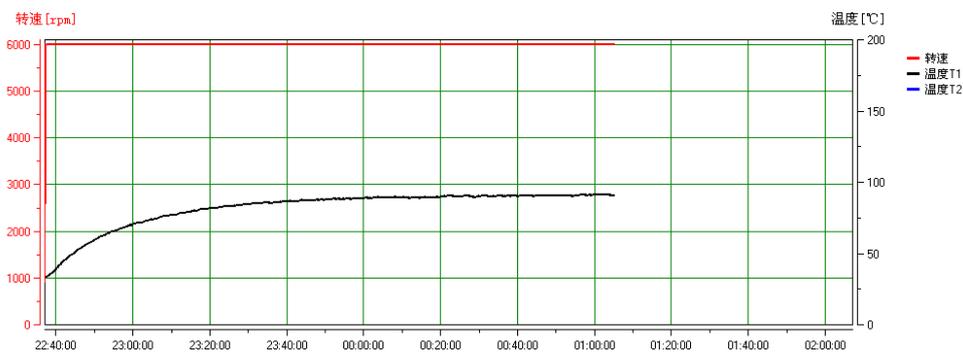


图 41d MF515G53-4th-1.8L

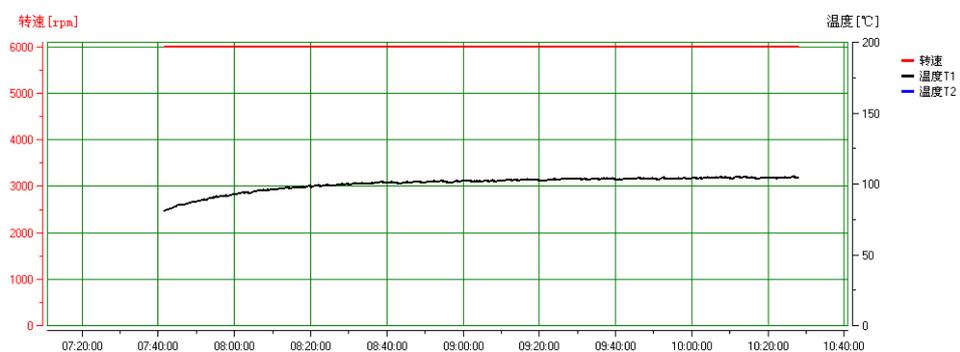


图 41e MF515G53-5th-1.8L

#### 7.4.2 上海汽车变速器有限公司M<sub>1</sub>类变速器试验结果处理

##### 7.4.2.1 温升试验数据如图42。

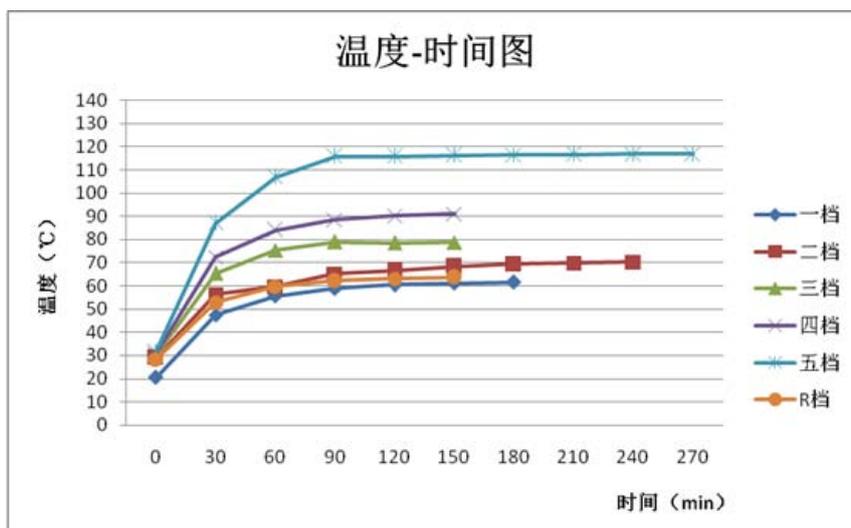


图 42 温升曲线

##### 7.4.2.2 试验过程中变速器油温不高于变速器设计最高许用油温,且温度-时间曲线平滑无

突变。

7.4.2.3 1台五挡变速器温升均不高于变速器设计最高许用油温，本次试验合格。

#### 7.4.3 陕西法士特汽车传动集团有限责任公司M<sub>2</sub>类、M<sub>3</sub>类和N类变速器试验结果处理

7.4.3.1 温升数据如表 93 和图 43。

表 93 温升试验数据

时间 min	1#变速器			2#变速器		
	油温 ℃	室温 ℃	温升率 %	油温 ℃	室温 ℃	温升率 %
0	31.3	22.4		32.0	22.3	
10	51.0	23.9		52.0	23.7	
20	64.2	25.2		64.2	25.2	
30	72.3	26.2		72.8	25.9	
40	78.5	27.6		79.2	26.9	
50	83.6	28.3		84.0	26.9	
60	87.7	28.2	56.4	88.1	27.8	56.1
70	91.1	29.5	40.1	91.7	28.5	39.7
80	94.2	29.8	30.0	94.9	28.8	30.7
90	96.8	29.6	24.5	97.5	29.3	24.7
100	98.9	30.4	20.4	99.7	29.7	20.5
110	100.8	30.5	17.2	101.6	30.0	17.6
120	102.4	30.6	14.7	103.2	30.0	15.1
130	103.9	31.2	12.8	104.6	30.3	12.9
140	105.0	31.5	10.8	105.7	30.2	10.8
150	106.1	32.2	9.3	106.9	30.5	9.4
160	107.2	32.3	8.3	107.9	30.3	8.2
170	108.1	32.8	7.3	108.7	30.5	7.1
180	109.0	32.8	6.6	109.6	30.5	6.4
190	109.7	32.7	5.8	110.2	30.7	5.6
200	110.3	33.3	5.3	110.7	31.1	5.0
210	110.8	33.6	4.7	111.2	31.1	4.3
220	111.4	33.0	4.2	111.7	31.2	3.8
230	111.8	33.6	3.7	112.1	31.4	3.4
240	112.3	33.5	3.3	112.5	31.8	2.9

表 93 (续)

时间 min	1#变速器			2#变速器		
	油温 ℃	室温 ℃	温升率 %	油温 ℃	室温 ℃	温升率 %
250	112.7	33.5	3.0	112.8	32.4	2.6
260	113.0	33.3	2.7	113.1	32.2	2.4
270	113.3	33.7	2.5	113.4	32.8	2.2
280	113.6	34.0	2.2	113.7	31.9	2.0
290	113.8	34.2	2.0	113.8	32.3	1.7
300	114.0	34.0	1.7	113.9	32.6	1.4
310	114.3	34.4	1.6	114.1	32.6	1.3
320	114.4	33.8	1.4	114.3	33.1	1.2
330	114.6	34.3	1.3			

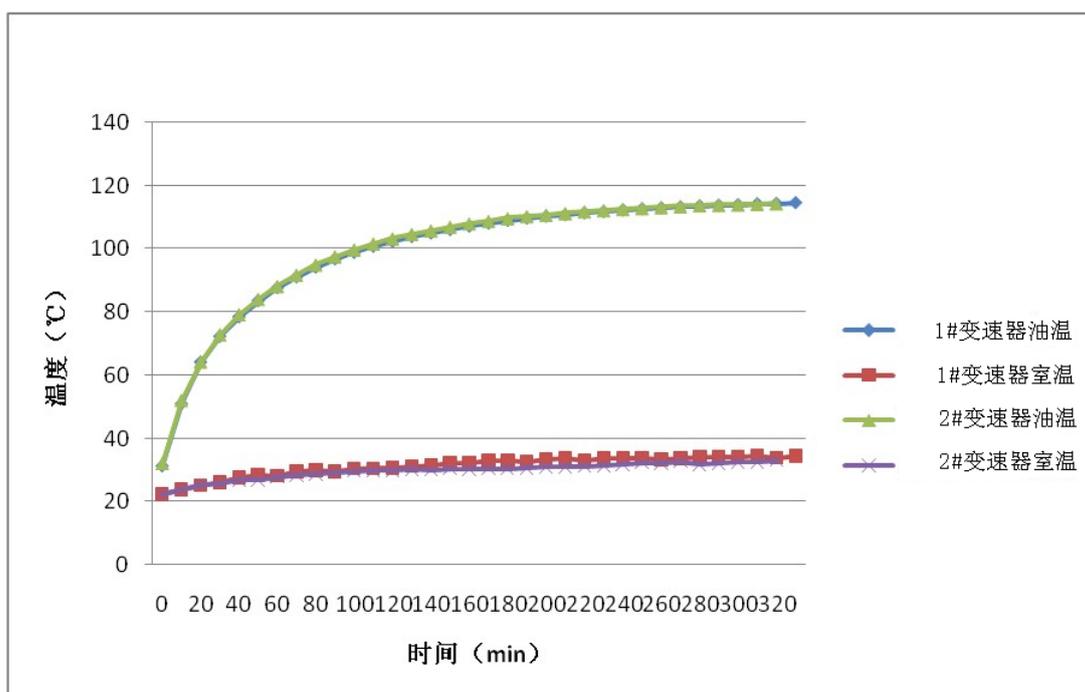


图 43 温升曲线

7.4.3.2 试验过程中两台变速器油温不高于变速器设计最高许用油温，且温度-时间曲线应平滑无突变，本次试验合格。

## 7.5 试验总结分析

### 7.5.1 M<sub>1</sub>类变速器试验总结分析

本试验按标准内 5.11 条规定的方法完成试验，其结果符合 4.10 中对 M<sub>1</sub> 类变速器的要求，由此可证实标准 4.10 中对 M<sub>1</sub> 类变速器温升性能指标适用。

### 7.5.2 M<sub>2</sub>类、M<sub>3</sub>类和N类变速器试验总结分析

本试验按标准中 5.11 条规定的方法完成试验，其结果符合 4.10 中对M<sub>2</sub>类、M<sub>3</sub>类和N类变速器的要求，由此可证实标准 4.10 中对M<sub>2</sub>类、M<sub>3</sub>类和N类变速器的温升性能指标适用。

## 8 变速器高速试验

### 8.1 试验目的

本试验测试在发动机最高转速下变速器轴承负载部件的使用情况，要求试验期间无漏油，轴承、齿轮等不发生烧蚀和破损，通过本试验能得到变速器壳体强度和润滑油的相关指导信息。本试验在疲劳寿命试验台上进行。

### 8.2 变速器试验验证情况

#### 8.2.1 试验项目基本情况

试验项目基本情况见表 94。

表 94 试验项目基本情况

变速器类型	试验名称	试验时间	试验单位	样机数量台	实际数量台
M <sub>1</sub> 类	六挡变速器高速性能试验	2017.08.18~ 2017.08.23	重庆青山工业有限责任公司	3	2
	六挡变速器高速性能试验	2017.08.18~ 2017.08.23	上海汽车变速器有限公司		

#### 8.2.2 试验环境条件

环境温度：（10~30）℃。

#### 8.2.3 试验设备条件

##### 8.2.3.1 示意图

M<sub>1</sub>类变速器高速试验台示意图见图 44。

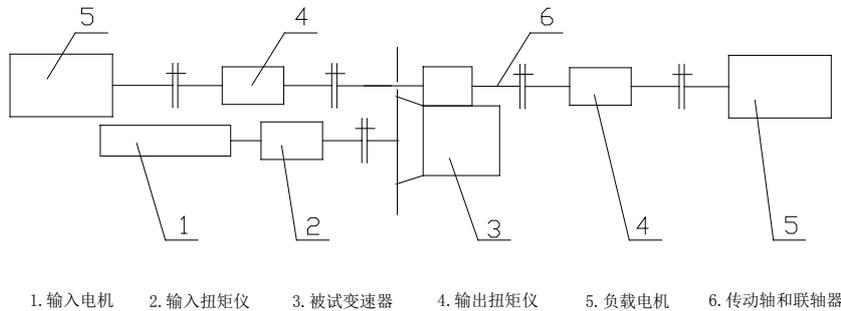


图 44 M<sub>1</sub>类变速器高速试验台结构示意图

##### 8.2.3.2 现场照片

8.2.3.2.1 重庆青山工业有限责任公司M<sub>1</sub>类变速器高速试验台见图 45a，设备参数表见表 95a。

8.2.3.2.2 上海汽车变速器有限公司M<sub>1</sub>类变速器高速试验台见图 45b，设备参数表见表

95b。



图 45a M<sub>1</sub>类变速器高速试验台

表 95a 设备参数

序号	名称	设备规格	测量参数	测量精度	数量
1	驱动电机	转速：(0~6000) r/min 扭矩：(0~300) N·m	——	转速：±1r/min	1
2	输入扭矩传感器	——	扭矩	±0.05%FS	1
3	被试变速器	五挡变速器	——	——	1
4	输出扭矩传感器	——	扭矩	±0.2%FS	2
5	负载电机	转速：(0~3000) r/min 扭矩：(0~2500) N·m	——	转速：±1r/min	1
6	传动轴和联轴器	——	——	——	2



图 45b M<sub>1</sub>类变速器高速试验台

表 95b 设备参数

序号	名称	设备规格	测量参数	测量精度	数量
1	驱动装置	转速：(0~6000) r/min 扭矩：(0~300) N·m	——	——	1
2	扭矩传感器	500N·m	扭矩	0.2%FS	1
3	扭矩传感器	3000N·m	扭矩	0.2%FS	2
4	转速传感器	±8000r/min	转速	±2r/min	1
5	转速传感器	±3000r/min	转速	±2r/min	2
6	温度传感器	(0~200) °C	温度	±0.5°C	1

### 8.3 试验步骤

#### 8.3.1 重庆青山工业有限责任公司 M1 类变速器试验步骤

- 8.3.1.1 经检查，待试样机五挡变速器符合检测要求。
- 8.3.1.2 经检查，试验设备符合要求。
- 8.3.1.3 按规定加注润滑油，GL-4 75W-90，2.0L。
- 8.3.1.4 磨合时试验油温≤80°C。
- 8.3.1.5 磨合试验按表 96 条件试验。

表 96 磨合试验条件

挡位	转速 r/min	扭矩 N·m	时间 h
1	4000	84	1
2	4000	105	1
3	4000	105	1
4	4000	105	1
5	4000	105	1
6	4000	105	1

8.3.1.6 磨合后更换润滑油。

8.3.1.7 试验从低速挡开始向高速挡、倒挡的各挡位顺序进行，试验油温为(110±10)°C，整个试验可分为10个循环进行，正式试验按表 97 条件进行。

表 97 正式试验条件

挡位	转速 r/min	扭矩 N·m	总时间 h
1	6000	150	0.5
2	6000	150	1

表 97 (续)

挡位	转速 r/min	扭矩 N·m	总时间 h
3	6000	150	1
4	6000	150	1
5	6000	150	5
6	6000	150	5

### 8.3.2 上海汽车变速器有限公司M<sub>1</sub>类变速器试验步骤

- 8.3.2.1 经检查，待试样机符合标准要求。
- 8.3.2.2 经检查，试验设备符合要求。
- 8.3.2.3 待试样机在台架上按整车水平位置要求安装。
- 8.3.2.4 按规定加注润滑油，GL-4 75W-90，(1.8±0.1) L。
- 8.3.2.5 磨合试验按表 98 进行，磨合后更换润滑油。

表 98 磨合试验条件

挡位	输入转速 r/min	输入扭矩 N·m	时间 min
1	6000	90	60
2	6000	90	60
3	6000	90	60
4	6000	90	60
5	6000	90	60
6	4000	90	60

- 8.3.2.5 正式试验按表 99 进行，试验从低速挡开始向高速挡的各挡位顺序进行，整个试验分为十个循环进行。

表 99 正式试验条件

挡位	输入转速 r/min	输入扭矩 N·m	总循环时间 min	单循环时间 min
1	6000	147	120	12
2	6000	147	120	12
3	6000	147	120	12
4	6000	147	120	12
5	6000	147	300	30
6	4000	180	300	30

8.3.2.6 试验油温为  $(100 \pm 10)$  °C。

#### 8.4 试验结果处理

##### 8.4.1 重庆青山工业有限责任公司M<sub>1</sub>类变速器试验结果处理

2台试验变速器试验期间没有漏油等故障，且轴承、齿轮等零部件没有发生烧蚀等影响变速器运转的任何破损，本次试验合格。拆检后其中一台如图46所示。



图46 拆检后照片

##### 8.4.2 上海汽车变速器有限公司M<sub>1</sub>类变速器试验结果处理

8.4.2.1 被试样件在试验期间无漏油故障，经拆检后发现轴承、齿轮无烧蚀、损坏等现象，本次试验合格。

8.4.2.2 试后件拆检照片，典型照片如图47。



图 47 拆检后照片

### 8.5 试验总结分析

本试验按标准内 5.12 条规定的方法完成试验,其结果符合 4.11 中对  $M_1$  类变速器的要求,由此可证实标准 4.11 中对  $M_1$  类变速器高速性能指标适用。

## 9 变速器差速可靠性试验

### 9.1 试验目的

试验主减速齿轮、行星齿轮、轴及差速器壳体的耐久性。本试验在差速可靠性试验台中进行。

### 9.2 变速器试验验证情况

#### 9.2.1 试验项目基本情况

试验项目基本情况见表 100。

表 100 试验项目基本情况

变速器类型	试验名称	试验时间	试验单位	样机数量台	实际数量台
$M_1$ 类	六挡变速器差速可靠性试验	2017.08.20~ 2017.08.26	重庆青山工业有限责任公司	3	2
	五挡变速器差速器疲劳寿命试验	2017.09.06~ 2017.09.08	上海汽车变速器有限公司		
	六挡变速器差速可靠性试验	2017.09.05~ 2017.09.07	芜湖万里扬变速器有限公司	2	2

## 9.2.2 试验环境条件

环境温度：（10~30）℃。

## 9.2.3 试验设备条件

### 9.2.3.1 示意图

$M_1$ 类变速器差速可靠性试验台示意图见图 48。

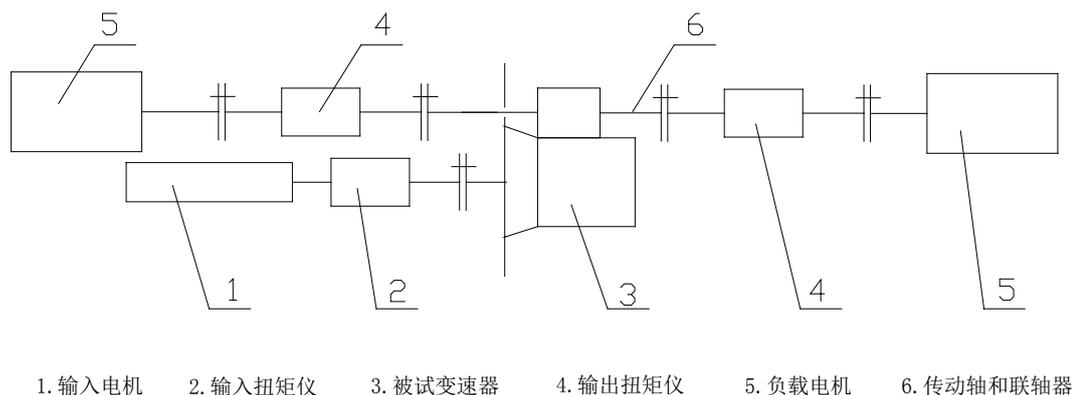


图 48  $M_1$ 类变速器差速可靠性试验台结构示意图

### 9.2.3.2 现场照片

9.2.3.2.1 重庆青山工业有限责任公司 $M_1$ 类变速器差速可靠性试验台见图 49a，设备参数表见表 101a。

9.2.3.2.2 上海汽车变速器有限公司 $M_1$ 类变速器差速可靠性试验台见图 49b，设备参数表见表 101b。

9.2.3.2.3 芜湖万里扬变速器有限公司 $M_1$ 类变速器差速可靠性试验台见图 49c，设备参数表见表 101c。



图 49a  $M_1$ 类变速器差速可靠性试验台

表 101a 设备参数

序号	名称	设备规格	测量参数	测量精度	数量
1	驱动电机	转速：(0~6000) r/min 扭矩：(0~300) N·m	——	转速：±1r/min	1
2	输入扭矩传感器	——	扭矩	±0.05%FS	1
3	被试变速器	五挡变速器	——	——	1
4	输出扭矩传感器	——	扭矩	±0.2%FS	2
5	负载电机	转速：(0~3000) r/min 扭矩：(0~2500) N·m	——	转速：±1r/min	1
6	传动轴和联轴器	——	——	——	2



图 49b M<sub>1</sub>类变速器差速可靠性试验台

表 101b 设备参数

序号	名称	设备规格	测量参数	测量精度	数量
1	驱动装置	转速：(0~6000) r/min 扭矩：(0~300) N·m	——	——	1
2	扭矩传感器	500N·m	扭矩	0.2%FS	1
3	扭矩传感器	3000N·m	扭矩	0.2%FS	2
4	转速传感器	±8000r/min	转速	±2r/min	1
5	转速传感器	±3000r/min	转速	±2r/min	2
6	温度传感器	(0~200) °C	温度	±0.5°C	1

表 101c 设备参数

输入电机 额定功率 kW	输入电机 额定转速 r/min	输入电机 额定扭矩 N·m	负载电机 额定功率 kW	负载电机 最大转速 r/min	负载电机 最大扭矩 N·m	扭矩控制精度	转速控 制精度 r/min
250	6000	400	220	3000	3200	0.4%FS (± 12.8N·m)	±1



图 49c M<sub>1</sub>类变速器差速可靠性试验台

### 9.3 试验步骤

#### 9.3.1 重庆青山工业有限责任公司 M1 类变速器试验步骤

- 9.3.1.1 经检查，待试样机五挡变速器符合检测要求。
- 9.3.1.2 经检查，试验设备符合要求。
- 9.3.1.3 按规定加注润滑油，GL-4 75W-90，2.0L。
- 9.3.1.4 磨合：其中任一个输出端固定不能转动，另一个输出端可自由转动。挂 1 挡，输入轴转速 2000r/min，磨合时间 30min，油温控制在  $(80 \pm 5)^\circ\text{C}$ 。
- 9.3.1.5 磨合后更换润滑油。
- 9.3.1.6 高速低扭工况：油温控制在  $(110 \pm 10)^\circ\text{C}$ ，挂 6 挡，一个半轴固定，另一半轴可自由转动，输入转速为 3000r/min，输入扭矩为  $(30 \sim 35) \text{N} \cdot \text{m}$ 。试验共进行 30min。
- 9.3.1.7 低速高扭工况：油温控制在  $(110 \pm 10)^\circ\text{C}$ 。挂上 1 挡，输入转速为 2000r/min，差速率为  $(12 \sim 15) \%$ ，以下步骤为一个循环，总时间  $\leq 3\text{min}$ ，总循环次数 200：
  - a) 输入扭矩从 0 升到  $147 \text{N} \cdot \text{m}$ ；
  - b) 输入扭矩在  $147 \text{N} \cdot \text{m}$  保持 1min；
  - c) 输入扭矩从  $147 \text{N} \cdot \text{m}$  降到 0。

#### 9.3.2 上海汽车变速器有限公司 M<sub>1</sub> 类变速器试验步骤

- 9.3.2.1 经检查，待试样机符合标准要求。
- 9.3.2.2 经检查，试验设备符合要求。
- 9.3.2.3 待试样机在台架上按整车水平位置要求安装。
- 9.3.2.4 按规定加注润滑油，SAE 75W-90， $(1.8 \pm 0.1) \text{L}$ ，试验油温  $(80 \pm 5)^\circ\text{C}$ 。
- 9.3.2.5 变速器挂入一档运转，具体工况如表 102 所示。

表 102 工况参数

输入转速 r/min	输出两轮速比	左右半轴转速 r/min		差速 r/min	运行时间 min
1385	$n_{\text{left}} : n_{\text{right}} = 1 : 1.6$	$n_{\text{left}} = 81$	$n_{\text{right}} = 130$	49	$\geq 141$

#### 9.3.3 芜湖万里扬变速器有限公司 M<sub>1</sub> 类变速器试验步骤

##### 9.3.3.1 试验准备

- 9.3.3.1.1 准备试验样机及适量对应牌号的试验用齿轮油。

- 9.3.3.1.2 准备适合试验样机的安装支架（试验台变速器过渡板）。
- 9.3.3.1.3 准备适合试验样机、适合试验台的传动半轴（左右半轴各一个）。
- 9.3.3.1.4 将变速器尽量按使用条件安装在试验台上，安装传动半轴、油温传感器等附属装置。
- 9.3.3.1.5 加注规定的润滑油和油量。

### 9.3.3.2 试验过程

#### 9.3.3.2.1 磨合：

- a) 试验正式开始之前，需要对试验样机进行磨合；
- b) 磨合结束后更换润滑油。磨合规范：其中任何一个传动半轴固定不动，另一个传动半轴可自由转动，磨合参数见表 103。

表 103 磨合参数

挡位	转速 r/min	转矩 N·m	差速率	时间 min	油温 ℃
1	2000	0	100%	≥30	95~105

#### 9.3.3.2.2 高速低扭试验

其中任何一个传动半轴固定不动，另一个传动半轴可自由转动，试验参数见表 104。

表 104 高速低扭试验参数

挡位	转速 r/min	转矩 N·m	差速率 %	时间 min	油温 ℃
最高挡	50%~55%发动机最高转速	30~35	100	≥30	90~110

#### 9.3.3.2.3 低速高扭试验：

- a) 试验总循环次数不少于 200。
- b) 单循环（时间小于 3min）。
- c) 在 30s 内将扭矩从 0 升到 75%发动机最大扭矩±5N·m。
- d) 在 75%发动机最大扭矩±5N·m 保持至少 1min。
- e) 在 30s 内将扭矩从 75%发动机最大扭矩±5N·m 降到 0。
- f) 其余时间空载。
- g) 试验参数见表 105。

表 105 低速高扭试验参数

挡位	转速 r/min	转矩 N·m	差速率 %	单循环时间 min	循环数	油温 ℃
1	2000	0~75%发动机最大扭矩	12~15	3	200	90~110

注：若无润滑油加热装置，应有降温装置使油温不高于 110℃。

## 9.4 试验结果处理

### 9.4.1 重庆青山工业有限责任公司M<sub>1</sub>类变速器试验结果处理

2台试验变速器试验完成，差速器转动灵活、无卡滞、异响，本次试验合格。拆检后其中一台如图50所示。



图50 拆检后照片

#### 9.4.2 上海汽车变速器有限公司M<sub>1</sub>类变速器试验结果处理

被试样件经上述试验规范运行后，差速器转动灵活、无卡滞、异响。经拆检，未见异常，差速器球面垫圈无变形、无裂痕；相关齿轮未出现轮齿断裂现象；轴承上未见点蚀和剥落，本次试验合格。

#### 9.4.3 芜湖万里扬变速器有限公司M<sub>1</sub>类变速器试验结果处理

9.4.3.1 试验数据如表106。

表106 试验数据

工况	挡位	输入转速 r/min	输入扭矩 N·m	差速 r/min	时间 min	油温 ℃	备注
磨合工况	1	2000	0	285	30	95-105	
高速低扭	6	3000	35	2593	30	90-110	
低速高扭	1	2000	187	43	3	90-110	200 循环

9.4.3.2 变速器完成全部差速试验，并且在试验过程中无异常现象

9.4.3.3 试验完成后拆解变速器，耐久试验后并未影响差速器性能，此零部件判定为通过，其他零部件无异常，试验合格。

#### 9.5 试验总结分析

本试验按标准内5.13条规定的方法完成试验，其结果符合4.12中对M<sub>1</sub>类变速器的要求，由此可证实标准4.12中对M<sub>1</sub>类变速器差速可靠性能指标适用。

#### 四 专利说明

本标准中不涉及专利。

#### 五 预期达到的社会效益、对产业发展的作用等情况

本标准作为汽车机械式变速器评价行业标准，是我国机械式变速器行业标准体系的重要技术依据，标准的研究与制定对完善我国变速器领域标准建设具有重要意义。本标准将解决我国机械式变速器试验方法长期缺失的局面。

## 六 采用国际标准和国外先进标准情况

起草本标准以前，重庆青山工业有限责任公司、陕西法士特汽车传动集团公司、上海汽车变速器有限公司等通过各种渠道，收集与汽车机械式变速器相关的国际标准、国家标准、行业标准和参考文献，未发现可以采用的国际标准和国外先进标准。因此本标准没有采用国际标准和国外先进标准，是行业经验、技术数据的总结、提炼和推广应用。

## 七 在标准体系中的位置，与现行相关法律、法规、规章及标准，特别是强制性标准的协调性

本标准在汽车标准体系中属于变速器推荐性行业标准。

经过调查研究分析，本标准与现行相关法律、法规、规章及相关标准无冲突或矛盾的内容。

## 八 重大分歧意见的处理经过和依据

本标准在起草及审查过程中，无重大分歧意见。只是在确定变速器疲劳寿命试验时，编制工作组成员就寿命指标是以“输入轴循环次数”计算还是以“输出轴循环次数”计算，存在一定分歧。在第三次研讨会中编制工作组与专家一起经过利弊分析，最终统一为以“输出轴循环次数”计算。

## 九 标准性质的建议说明

本标准代替 QC/T 29063.1-2011 和 QC/T568.1-2011 两项汽车行业标准，并在两项标准的基础上扩大了标准的适用范围。标准性质为推荐性汽车行业标准。

## 十 贯彻标准的要求和措施建议（包括组织措辞、技术措施、过渡办法、实施日期等）

本标准发布实施后，由标准制定工作组组织在行业内进行技术内容宣贯，让行业内相关企业、研究机构、试验机构等对标准的技术内容有更深刻、准确的理解和把握。

建议本标准发布 12 个月后实施。

## 十一 废止现行相关标准的建议

本标准发布后，建议废止QC/T 29063.1-2011和QC/T 568.1-2011两项汽车行业标准。

## 十二 其他应予说明的事项

无

《汽车机械式变速器总成技术条件及台架试验方法》  
汽车行业标准编制工作组

2017 年 12 月 15 日